دى جين و بادوز

فيزياء المواد الرخوة

إنطباعات علمية وثقافية

عرض : د. محمد زكى عويس

سلسلة كراسات « عروض »

إجتهادات حديثة حول العلم والمستقبل

رئيس التحرير / دكتور أحمد شوقى
مدير التحرير / أ. أحمد أمين

المكتبة الأكاديمية

فيزياء المواد الرخوة

انطباعات علمية وثقافية

تأليف

بيير ج. دى جين وج. بادوز

عرض

أ.د. محمد زكى عويس

الناشر

المكتبة الاكاديمية

١٩٩٩

هذه الكراسة : تقدم عرضاً تفصيلياً لكتاب :

Pierre-Gilles de Gennes :
FRAGIL OBJECTS
Soft Matter, Hard Science,
and The Thrill of Discovery
by COPERNICUS (1996)

حقوق النشر	**الطبعة الأولى : ١٩٩٩**
	حقوق الطبع والنشر © ، جميع الحقوق محفوظة للناشر :
	المكتبة الأكاديمية
	١٢١ شارع التحرير – الدقى – القاهرة
	تليفون : ٣٤٨٥٢٨٢ فاكس : ٣٤٩١٨٩٠ (٢٠٢)
	لا يجوز استنساخ أى جزء من هذه الكراسة بأى طريقة كانت إلا بعد الحصول على إذن كتابى مسبق من الناشر .
رقم الإيداع	٩٩/٢٥٦٠
الترقيم الدولى	**977-281-026-7**

تليفون : ٥٤٠٢٥٩٨ مطابع الدار الهندسية

هذه السلسلة

هى الثالثة فى مشروع « الكراسات » ، الذى تصدره « المكتبة الأكاديمية » . والكراسات تعنى بمحورين كبيرين : العلم والمستقبل . لذلك فقد حملة السلسلة الأولى عنوان « كراسات مستقبلية » ، وقد بدأ ظهورها عام ١٩٩٧ ، وفى عام ١٩٩٨ ظهرت السلسلة الثانية تحت اسم « كراسات علمية » . وقد فكرنا فى البداية أن تضم السلسلتين ، بجانب التأليف والترجمة ، عروضا مطولة لبعض الإصدارات الهامة ، التى لا تلاحقها حركة الترجمة . إلا أن أنشط أعضاء أسرة الكراسات ، وللكراسات أسرة ممتدة ترحب دائماً بالأعضاء الجدد ، أقول أن أنشط الأعضاء الصديق الدكتور محمد رؤوف حامد ، الأستاذ بهيئة الرقابة الدوائية ، اقترح أن تصدر العروض فى سلسلة خاصة بها . وقد كان اقتراحاً موفقا كما أرجو أن يوافقنى القارئ .

والكتب المختارة للعرض فى السلسلة لا تأتى فقط من اقتراحات هيئة التحرير ، حيث قدم أعضاء الأسرة مقترحاتهم التى حظيت بالترحيب . والباب مفتوح لكل من يرغب فى المشاركة . وإذا كانت السلسلة قد بدأت بمجموعة من الكتب الصادرة بالإنجليزية ، فإننا نطمح أن تشمل العروض القادمة كتبا تصدر فى لغات أخرى ، لا تشملها عادة خطط الترجمة كاليابانية والروسية والصينية ، بالإضافة إلى الفرنسية والألمانية . فرغم أن الأخيرتين أكثر حظاً نسبياً ، إلا أن كم المترجم والمعروض لايقارن بما يتم بالنسبة للإنجليزية .

والحديث عن « العروض » يذكرنا بالجهود السابقة ، التى لا تنكرها ، بل نحاول أن نكمل مسيرتها . فبالنسبة العروض الموسعة ، تذكر جهود الهيئة العامة للاستعلامات بالنسبة للمجالات التى تهمها . كما أن العروض المتوسطة ، التى أصدرتها هيئة الكتاب فى التسعينيات ، ضمن سلسلة « تراث الإنسانية » لايمكن إغفالها . وهما مثالان يقصد بهما الإعتراف بفضل السبق ، دون أن ندعى الحصر . وإن كنا ، فى نفس الوقت ، نظن أن السلسلة الحالية هى الأولى التى تعنى بالعرض التفصيلى للكتب .

هذه الكراسة :

يعرض فيها الدكتور محمد زكى عويس ، أستاذ الفيزياء بعلوم القاهرة ، كتاب بيير ج. دى چين (FRAGILE OBJECTS Sopt Matler, Hard Science, and the Thirll of Discovery ، ١٩٩٦) عن المواد الرخوة ، والثورة

التكنولوچية التى أحدثتها . لقد حصل المؤلف على جائزة نوبل عام ١٩٩١ ، وانطلق فى رحلة التحام خطبة بالمجتمع الفرنسى ، يحث الشباب عن البحث العلمى والتعليم وأوجه القصور فيهما . ولم أجد خيراً من الطاقة الشابة للدكتور عويس ، التى يجهدنى فى ملاحقتها ، لعرض هذا الكتاب الهام . وبالمناسبة ، كان للدكتور عويس كتاب آخر فى سلسلة « كراسات علمية » ، عن البللورات السائلة ، لعله أول ما كتب فى هذا الموضوع بالعربية .

احمد شوقى

المحتـــويات

الصفحة	الموضـــوع
٩	* تعريف بالمؤلف وموضوع الكتاب
١١	* مقدمة المؤلف
١٣	الجزء الأول : المادة الرخوة
٤٧	الجزء الثانى : البحث
٥٨	الجزء الثالث : التعليم

هذه الكراسة : تقدم عرضاً تفصيلياً لكتاب :

Pierre-Gilles de Gennes :
FRAGIL OBJECTS
Soft Matter, Hard Science,
and The Thrill of Discovery
by COPERNICUS (1996)

حقوق النشر | **الطبعة الأولى : ١٩٩٩**

المكتبة الأكاديمية

١٢١ شارع التحرير – الدقى – القاهرة

تليفون : ٣٤٨٥٢٨٢ فاكس : ٣٤٩١٨٩٠ (٢٠٢)

رقم الإيداع | ٩٩/٢٥٦٠
الترقيم الدولى | **977-281-026-7**

تليفون : ٥٤٠٢٥٩٨ مطابع الدار الهندسية

تعريف بالمؤلف وموضوع الكتاب

العالم بيير ج. دى چين ولد فى باريس — فرنسا وكان مولعاً بدراسة الفيزياء، حصل على درجة الدكتوراه فلسفة فى الفيزياء عام ١٩٥٧ م . وفى بداية حياته العلمية ، عمل فى مركز الطاقة الذرية فى مدينة سكلى بفرنسا . وكانت أبحاثة الأولية تتعلق بمجالى التشتت النيترونى والمغناطيسية . واتجه عام ١٩٦٨ إلى تشكيل مجموعة عمل بحثية اهتمت بدراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية للبلورات السائلة. وأيضا اهتم بدراسة خواص البلمرات ودينامية البلل وفيزياء المواد اللاصقة. عام ١٩٩١ حصل دى چين على جائزة نوبل فى الفيزياء ، واشتهرت أبحاثه فى مجال المواد الرخوة ، حيث قامت أندية العلوم والمدارس والاتحادات الطلابية فى مختلف المدن والأقاليم الفرنسية بدعوته لإعطاء بعض المحاضرات وإلقاء الضوء على دور العلم والعلماء فى العالم الحديث .

وبعد رحلة طويلة طاف فيها جميع المدن والأقاليم الفرنسية ، قرر دى چين إخراج هذا الكتاب الذى اسماه الأجسام الهشة التى يعالج فيها موضوع المادة الرخوة كعلم صعب واكتشافاته المثيرة . وفكرة هذا الكتاب كانت تدور فى خاطرة وتسجل المناقشات الحية والأسئلة الدقيقة والإجابات التلقائية التى تلتها .

تعلمنا خلال العقود القليلة الماضية ، كيف نتعامل مع مواد مثل البلورات السائلة والچيلاتينات والرغويات والبلمرات وجزيئاتها المعقدة . هذه المواد تسمى المواد الرخوة أو المواد الهشة باللغة الفرنسية .

هذه المواد ليس لها تركيب اعتيادى يتبع فيه حالات المادة الصلبة أو السائلة أو الغازية . بل هى مواد تركيبها لايكون صلداً وتماثلها بللورى فى الحالة الصلبة ، وليس لها ترتيب خاص وتتميز بعدم الانتظام مثل الموائع أو الغازات هذه المواد لها خواص رائعة غير اعتيادية ، بعضها تتغير لزوجته والبعض الأخر تتشكل طبقاته الجزيئية من بعدين مثل السوائل : بعضها يكون مستقطباً للضوء وجزيئاتها تأخذ نفس الاتجاه بانسجام تام ، بعضها يصنع منه الرغويات والفقاقيع والشموع واللدائن وأشياء أخرى كثيرة مما نستعمله فى حياتنا اليومية .

وبكل ما تعنيه الكتابة العلمية من تبسيط العلوم ونقل المعرفة ، فإن : الكتاب الذى نعرضه علمنا الكثير عن العالم وعن أنفسنا .

وينقسم الكتاب إلى ثلاثة أجزاء رئيسية هى :

الجزء الأول : المادة الرخوة .

الجزء الثانى : البحث .

الجزء الثالث : التعليم .

الجزء الأول ينقسم إلى ثمانى فصول ويعالج قصة اكتشاف المواد الرخوة وشرح التفاصيل عن سلوكها وأنواعها .

والجزء الثانى ينقسم إلى أربعة فصول تتعلق بمهنة البحث العلمى والاكتشافات العلمية والعلم الإيجابى وتأثير البيئة والمناخ العلميين .

أما الجزء الثالث فينقسم إلى أربعة فصول يناقش فيها المؤلف قضايا التعليم فى فرنسا ورؤيته الشخصية فى أسس التربية من أجل العبور بفرنسا إلى العالم الواقعى .

والجدير بالذكر ، أن العالم ج. بادوز ولد فى باريس ودرس الفيزياء وحصل على درجة الدكتوراه عام ١٩٥٧ . واستمر فى العمل كباحث فى المعهد القومى بمدينة أورساى . ومنذ عام ١٩٧٢ ، أصبح مديراً للمدارس العلمية . وتركزت أبحاثه على التفاعل الضوئى مع المواد الكثيفة . واهتم كثيراً بظاهرة الاستقطاب الضوئى .

بعد حصول العالم بيير ج . دى چين على جائزة نوبل ، صاحبه صديقه بادوز فى زياراته الميدانية إلى المدن والأقاليم الفرنسية المختلفة ولقاءاته العلمية والثقافية مع طلاب المدارس واشترك بادوز مع دى چين فى جمع وتبويب الأسئلة والمناقشات التى دارت على مدار عام كامل . مما أدى إلى إخراج هذا الكتاب .

ا.د. محمد زكى عويس

مقدمة المؤلف :

هذا الكتاب يعد مرحلة مع طلاب المدارس العليا حيث كنت دائماً أشعر بالحاجة إلى الحديث إلى طلاب هذه المدارس فى المدن والأقاليم الفرنسية ، وبعد حصولى على جائزة نوبل فى العلوم عام ١٩٩١ م ، وجدت نفسى مدعواً للحديث فى المدارس العليا . وكان يتم ذلك بالاتصال المباشر مع الطلاب أنفسهم وأحيانا تحت مظلة التجمعات والأندية الطلابية . وبالتالى جهزت نفسى وأعددت أدوات العرض من الصور والكتب والمذكرات واخترت طريق الحديث عن حياة باحثينا : ما هى نوعية حياتهم الجامعية والعملية ؟ كيف نشارك الباحثين نجاحهم وفشلهم واختلافاتهم وأخطائهم ؟ كيف نبين للطلاب أن العلم متحرك وأن مساره ليس مستقيماً دائماً ، بل أنه مليء بالافخاخ التى تؤدى أحياناً كثيرة إلى تعرج المسار ، وأن العلم له طرق غير متوقعة ومختصرة ؟

والباحث عند نقل رسالته العلمية لا يعتبر نبياً ولا هو يشابه العالم « البرت اينشتين » ولكنه يكون كشاف غالباً ما يتردد ويتعب .

وعند أول مدرسة قمت بزيارتها اعترانى شعور بالسعادة والفرحة ، فالقاعة مجهزة بالنظم الصوتية والمؤثرات السمعية الحديثة وبالوسائل التعليمية المختلفة ، بالإضافة إلى ذلك كنت فى مواجهة ألفين من الشباب الذين حضروا من كل الضواحى البعيدة . والحديث فى هذا الجو المفعم بالهدوء يفتح أبواب العالم . والحديث الرسمى يتبعه عادة أسئلة وأجوبة دورية فى حوار ومناقشة حقيقية . ومن الصعب على المرء أن يواجه هذا الجمع خاصة فى حضور المسئولين . ولكن شيئاً فشيئاً مع ترويد النفس سرعان ما يبدأ الحوار بالحماس وتدخل فى المعمعة ونمضى ساعة أو ساعتين من الأسئلة المتواصلة .

وأول هذه الأسئلة تكون ذات طبيعة فنية عن خصائص المطاط والملصقات وغير ذلك . ثم تأتى نظرة أوسع شمولية وتتضمن الأسئلة الآتية :

* ما هو المسار الذى يسلكه المرء لاعتناق مهنة البحث العلمى ؟
* هل يتميز العالم الباحث بمواصفات فريدة ؟
* هل لابد أن يتفوق المرء فى علم الرياضيات ؟
* ما هو حال التعليم فى مدارسنا فى العصر الحديث ؟

وبالتدريج تبدأ الأسئلة فى أخذ أبعادا أخرى أكثر عمومية منها :

* لماذا نتعلم العلوم ؟ وما هى الأفكار الممكنة ؟
* ما هو عالمنا ؟ ومن أين أتينا ؟ وإلى أين تذهب ؟

* هل هناك حياة أخرى فى الكون ؟

إنه تحدى مخيف أن تواجه هذه التساؤلات وأن تجد إجابة مناسبة لها ، إنها لمتعة أن تعالج الأسئلة أمام هذا الجمع بحثا عن الحقيقة .

وأثناء حديثى ، كنت اشرح بصدق ضعف النظام التعليمى الفرنسى وتفاعلاته . وناشدت من أجل البحث عن علاقة جديدة بين الطلاب والمدرسين . هناك كثير من الذكريات المتراكمة عن زياراتى للمدارس العليا أو المدارس الفنية الصغيرة . وأحياناً عند زيارة المدارس الصغيرة لايوجد بها اتفاقيات تكفى لإلقاء أى بيان عملى ، ولهذا السبب فقد تحدثت أمام جمع من الطلاب فى ورشة الماكينات أمام الفنيين الذين اصطفوا بزيهم الأزرق .

وكنت أواصل محاضراتى فى مسارح المدارس مما يجعل الحديث حماسياً . لقد تراكمت ذكريات الحصاد الفكرى ، وفى النهاية ، وجب التوقف فقد كنت مثقلاً ومتعباً بسبب آلام القلب اضطرتنى إلى تأجيل الدعوات المتتالية لمدة عام كامل . كنت مضطراً أن استجيب لأكثر من ١٥٠ دعوة إلى المدارس العليا المتميزة بالنشاط والحماس . وكان من المستحيل أن أغلق هذه الصفحة السعيدة فى حياتى دون محاولة الأمساك بهذه الذكريات وتسجيلها .

وجاءت فكرة تسجيل يومياتى فى كتاب ، وكانت كثير من المواد متاحة على شكل تسجيلات وشرائط وصور فوتوغرافية وأفلام ڤيديو ، تركزت على المتحدث وأهملت القاعدة المستحقة من الحضور .

من حسن حظى أن صاحبتى صديقى چاك بادوز الذى يعمل فى المعهد العالى للفيزياء والكيمياء بباريس ، حيث كان شغوفا بهذه الرحلات ومناقشة نتائجها . وقد بذل جهوداً مضنية لجمع وترتيب المواد بعناية . وكنت اتفق معه فى وجهات النظر وعملنا سوياً بيسر وبدون متاعب .

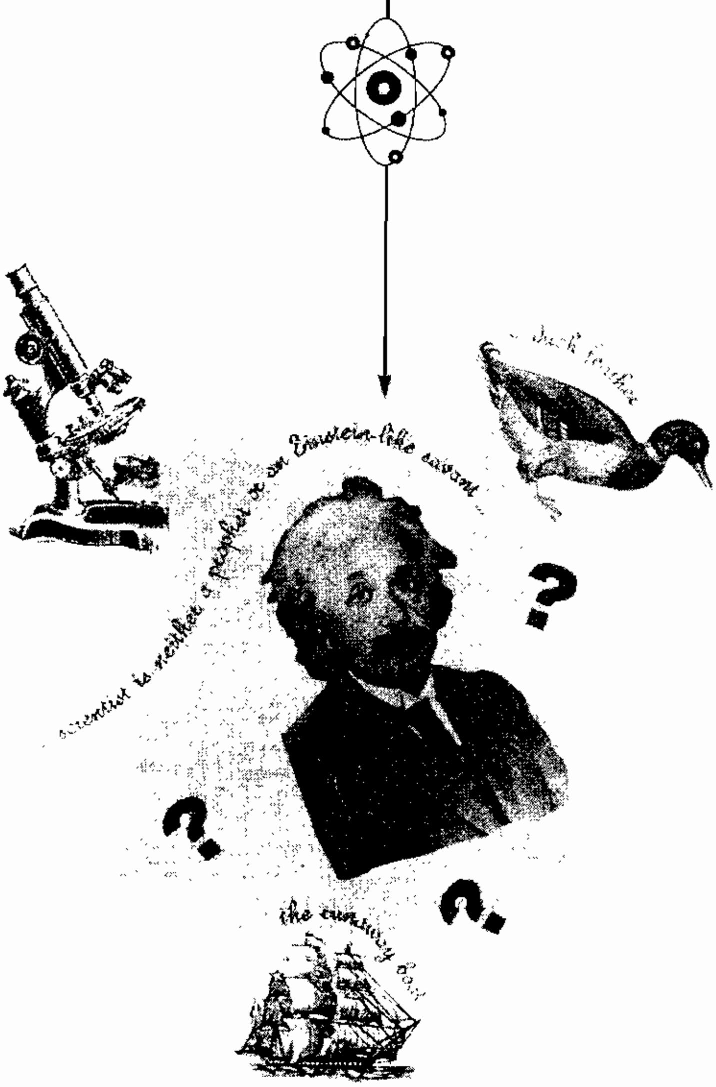
هذا الكتاب هو ذكريات فقط . فالذاكرة ذاتها ما هى إلا جسم رخو ، لايمكن الحفاظ على الأسئلة الفردية التى تشكل أكثر الأجزاء أهمية بدون تسجيلها . لابد من إعادة صياغتها لتوائم موضوعاً خاصاً أعطى لمستمعين مختلفين .

بلا شك ، فى هذه العملية فقدنا كثيراً من طبيعة الحوار التلقائى ولكننا نرغب أن نمسك « بشرارة » حب الفضول والحماس الذى ملأ نفوسنا خلال زياراتنا للمدارس.

المؤلف

بيير ج. دي چين

الجزء الأول



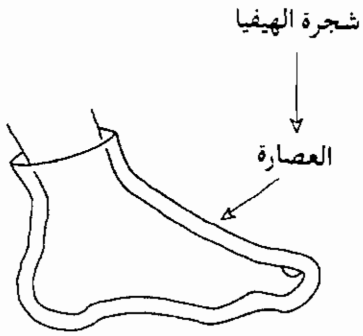
المادة الرخوة

الجزء الأول : المادة الرخوة

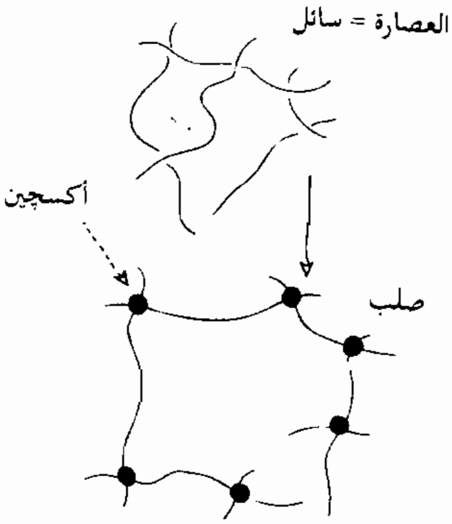
١ - الحذاء الهندى وتفسير جوديير:

عند مناقشة الخصائص المميزة للجزئيات ذوات السلاسل الطويلة التى تسمى «البلمرات» من الطريف أن نسترجع فى ذاكرتنا إحدى القصص المشهورة فى بلاد الأمازون .

قديماً كان الهنود الحمر من سكان الأمازون يصنعون أحذيتهم عن طريق طلاء أقدامهم بنوع من العصائر اللبنية البيضاء المستخرجة من شجر الهيڤيا "hevea tree". هذا العصير اللبنى يشبه السائل العادى ، ولكن بعد الطلاء وتعرضه للهواء لمدة عشرين دقيقة لوحظ أن السائل يتجمد حول القدمين (شكل ١) . وبهذه الطريقة تمكن أهل الأمازون من صنع أحذيتهم ، ولكن لم يستطع أحد شرح ما حدث.



شكل ١ : الحذاء الهندى من بلاد الأمازون



شكل ٢ : تحول الجزئ السائل إلى جزئ صلب تحت تأثير غاز الأكسيجين

والآن ، وبعد ٢٥٠٠ سنة من هذا الاكتشاف يمكننا شرح سر الابتكار ،

فالسائل الابتدائى المستخرج من شجر الهيفيا يحتوى على جزيئات ذوات سلسلة طويلة تشبه الاسباجتى المسلوقة وهى موضوعة فى وعاء الشوربة ، حيث تكون رخوة ومرنة فى نفس الوقت . فبعد أن يطلى المواطن الهندى قدمه يدخل عامل جديد فى اللعبة. هذا العامل هو غاز الأكسچين الموجود فى الهواء . ويتفاعل الأكسچين مع السائل بطريقة ملموسة ، فهو يربط السلاسل الجزيئية مع بعضها عند نقاط محددة (شكل ٢) . ويمكن للمرء أن يلاحظ الفرق قبل وبعد التفاعل مع غاز الأكسچين فكل شيء يظل يتحرك بنفس الطريقة التى كان يتحرك بها قبل التفاعل وتبقى محتفظة بخواص الموائع . وبذلك تكون المادة المستخدمة فى صنع الحذاء الهندى فى حالة صلبة على المستوى المنظور ولكنها فى حالة مائعة على المستوى الدقيق . هذا ما سمى فيما بعد « بالمطاط » . أن القياسات الدقيقة التى تعتمد على الرنين النووى المغناطيسى الذى يسمح بمعرفة الوسط المحيط بالجزئ من خلال مقياس دقيق لايتعدى عدداً من الانجسترومات (١ متر = ١٠^{١٠} انجستروم) القليلة سمحت بدراسة التركيب البنائى لهذا المطاط . وعندما نعود إلى قصة الحذاء الهندى ، كان يلاحظ أن هذا الحذاء يتفتت بعد يوم واحد من استعماله . والسؤال الأول : لماذا ؟

والإجابة ببساطة هو أن الأكسچين الموجود فى الهواء يبدأ أولاً كتفاعل مفيد يؤدى إلى الربط بين الجزيئات . إلا أن استمرار التفاعل يؤدى إلى قطع السلاسل ذاتها . وهذا ما يحدث فى حالة الحذاء الهندى ، حيث أن المادة المطاطية تفقد تماسكها الميكانيكى وتنكسر .

والسؤال الثانى : كيف يمكن منع هذا التفاعل المدمر ؟ ظلت الإجابة مجهولة حتى عام ١٨٣٩ م عندما جاء اختراع العالم الأمريكى جوديير .

شهد هذا العام تطورات كيميائية هامة ، حيث بدء الكيميائيون فى تصنيع جزيئات عديدة مختلفة تنشأ من إضافة المواد بعضها إلى بعض . ومن هؤلاء كان العالم الأمريكى جوديير الذى عاش فى الفترة (١٨٠٠ - ١٨٦٠ م) . هذا العالم شارك حب الفضول الذى ارتبط بتفسير سلوك العصير اللبنى لشجرة الهيفيا . وقام بغلى السائل مع إضافة عنصر الكبريت . عند بدء التجربة كان يجهل الفكرة تماماً ، ولكنه كان يعرف أن جزيئات السائل تحتوى على ذرات من الكربون والأكسچين ، دون معرفة بالقواعد الأساسية للجزئ ذى السلسلة الطويلة . وبعد محاولات عديدة ، نجح جوديير فى تحريك الأمور للأمام وحصل بالفعل على نوع من المادة السوداء المرنة ذات القابلية العالية للتشكيل . وبهذه الطريقة أمكنه صنع المطاط الطبيعى النقى. والجدير بالذكر ، أنه بعد انقضاء ما يقرب من قرن ونصف القرن من الزمان على اختراع « جوديير » واكتشاف صناعة المطاط، أطلق عليه العلماء « عميد الصناعة فى عصره » . والآن ، يتكون إطار السيارات العادى من ستة عشر طبقة مرنة من المطاط الطبيعى لجوديير .

فى هذه المرحلة ، لم يعرف أحد الإجابة على السؤال الهام المتعلق باستخدام عنصر الكبريت . واليوم يمكننا فهم مفتاح النجاح . فعنصر الكبريت له خصائص كيميائية تماثل الخصائص المناظرة لعنصر الأكسچين . هذا العنصر يتواجد فى نفس العمود فى الجدول الدورى للعناصر الذى يحتوى على عنصر الأكسچين ، ولكنه أقل تفاعلاً . فالكبريت له القابلية على الربط الانتخابى للسلاسل الجزيئية مع بعضها عند بعض النقاط ، إلا أنه لايسبب قطع هذه السلاسل كما يفعل الأكسچين . وهذا هو السر وراء استقرار المطاط الطبيعى .

ومن الملاحظات الأخرى هو أن هذا المنتج يتعلق بعدد ذرات الكربون (C) التى تتفاعل مع عنصر الكبريت . هناك ذرة كربون واحدة إلى مائتين ذرة من الكبريت التى تتفاعل . وهذا يجعل التفاعل ضعيفاً لدرجة لا تحدث عندها تحول فى الحالة الفيزيائية للمادة لدرجة تؤدى إلى تفتت المطاط .

هذا يثبت أن المادة الرخوة تتحول بتأثير خارجى ضعيف وتتشوه فى الشكل . هذا الأمر يجعلنا نضع أمام السياسيين وصناع القرار خاصة عندما نتحدث عن المواد الجديدة – الكلمات البسيطة التالية : « لكى نصنع مواداً جديدة لابد من فهم تركيب المادة أولاً ، الأمر الذى يتطلب أبحاثًا عديدة » .

عندئذٍ ، يمكننا تصنيع مواد جديدة مفيدة بخصائص مميزة تلتقى مع التطبيقات الخاصة .

هذه القصة حقيقية فى بعض الحالات مثل مواد أشباه الموصلات والليزر ، ولكن فى حالة المطاط الطبيعى تأتى الاختراعات المعملية أولاً وقبل أن نفهم أى من الظواهر الفيزيائية .

١/٢/١ أ - حساء الاسباجتى :

منذ اكتشف جوديير عام ١٨٣٩ م المطاط الطبيعى لم يعرف أحد الكيمياء الأساسية لجزيئات البلمرات ذوات السلسلة الطويلة « الماكروجزيئات » . وخلال القرن التاسع عشر ، حاول الكيميائيون تصنيع مواد جديدة . ولم يعرف ماذا يحدث عند خلط مركبين مع بعضهما البعض . وكانت الإمكانيات ضعيفة فى ذلك الوقت ويحتاج إلى إجراء عمليات التقطير المتتالى لتنقية ناتج التفاعل من الأثر البللورى . وكان المرء يعرف نقاء المادة عن طريق تحديد درجات الأنصهار . ومن خلال هذا المعيار كان الكيميائيون ينتخبون المواد النقية على أساس خصائصها الحرارية . وبالنسبة للجزيئات ذوات السلسلة الطويلة كانت درجة الانصهار غير معرفة عند نقطة محددة كما كان يحدث التبلور عند التسخين . فالحالة الصلبة تبدأ تتراخى قبل أن تسيل ، عندئذ ، يحدث انتقال من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة خلال مدى حرارى ممتد نسبياً .

والآن ، دعنا نعود إلى البلمرات ، فحتى عام ١٩٢٠ م ، كانت الجزيئات ذوات السلسلة الطويلة غير معروفة للفيزيائيين أو الكيميائيين . وكذلك النظريات المصاحبة لها كان غير متعارف عليها فى المجتمع العلمى . وفى عام ١٩٢٠ م ، نجح العالم هيرمان شتودجر (١٨٨١ - ١٩٦٥ م) فى إجراء تجربة حساسة لتصنيع جزيئات ذوات سلسلة طويلة نسبياً (فى حدود ٢٠ وحدة بدلاً من ١٠٠٠ وحدة أو ١٠٠,٠٠٠ وحدة) وتعتبر السلاسل بهذا الطول قصيرة بدرجة كافية لحدوث التبلور بها .. وبذلك يكون لها درجة إنصهار محددة . وبهذه الطريقة نجح شتودجر فى تجهيز سلاسل جزيئية حتى الطويلة منها ، وبدأ عهد جديد لتكنولوجيا المطاط بعد ٨٠ عاماً من اكتشاف المطاط الطبيعى لجودير .

وكان يعتقد فى ذلك الوقت أن الجزيئات الماكروسكوبية تكون على هيئة قضيب متماسك طول ١ ميكرون (١ ميكرون = $\frac{١}{\text{مليون}}$ من المتر) .

وبعد عشرين عاما أخرى ، نجح العالم الألمانى « ريتشارد كوهين » (١٩٠٠ - ١٩٦٧ م) من بيان أن الجزيئات الماكروسكوبية ليست قضباناً ساكنة جامدة ، ولكنها جسيمات مرنة (مثل حالة الاسباجتى المسلوقة) . هذه الفكرة سمحت لكوهين شرح مرونة المطاط العجيبة .

كان هذا العصر هو عصر المبدعين اللذين اكتشفوا ميكانيكا الكم التى تصف سلوك الإلكترونات فى الذرات والجزيئات . وبذلك استفاد كوهين من ذلك ووضع قواعد عظيمة لوصف تركيب هذه الجزيئات ارتبطت باسمه حتى الآن .

وقد اثارت هذه البحوث بعض الأسئلة خاصة عن الخاصية البارامغناطيسية (فائقة الحساسية للمغناطيسية) للمطاط التى تبعها أبحاث مكثفة لمحاولة فهم طبيعة هذه المواد وتخليق جزيئاتها المتميزة ميكانيكيا فى المعمل .

فى هذا المجال تطرق الحوار إلى مقارنة بين البحوث الأساسية والبحوث التطبيقية والتى أوضحها دى چين كما يلى :

٢/١/ب - البحوث الأساسية والتطبيقية :

يقال أن البحوث الأساسية هى المسئولة عن تطور الأمم . أن عالم المعرفة الخاص باكتشاف الكون ابتداء من الذرة وما دونها وحتى المجرات وما فوقها من المعادن والجماد إلى المخلوقات الحية هو عالم البحث العظيم . فتطور المعرفة يكون مستقلاً عن أية نتائج معملية . ويمكن استنتاجه أخيراً من مثل هذا المجهود المعرفى الفطرى . فرحلة مسافر عبر الفضاء بسفينة فضاء ليصل إلى حافة النظام الشمسى لن تحتج إلى حصاد المعرفة النظرية التى كافأتنا بهذه الإمكانية الفريدة . واكتشاف التركيب الحلزونى المزدوج للشفرة الوراثية سبقت التعرف على وجودها ودورها بدون أن تعرف

فى ذلك الوقت عن الاعتبارات الممكنة لطبيعة تواجدها وانتظامها كما نعرفها الآن . وحبس ذرة داخل خلية بواسطة التبريد عن طريق شعاع الليزر إلى درجة تصل إلى ١ درجة من البليون من الدرجة المطلقة ، هذه التجربة تعتبر من التجارب الرائعة التى تتسيد حالياً أى استخدام عملى للعلم .

ودراسة الخصائص الالكترونية للمواد الصلبة كانت حافزة لاختراع الترانزستور. والتطور المذهل فى مجال الالكترونيات الدقيقة أدى إلى ميلاد واختراع الليزر الذى أدى بدوره إلى ثورة الاتصالات .

وبعيداً عن مدى الأرباح ، اعتقد أن البحث عن المعرفة بغرض المعرفة لايمكن استبداله . ولايوجد مكان لبحث يعاد إنتاجه ما عدا التجربة التى انجزت بنجاح !

البحث التطبيقى - مدرسة للتخيل :

كل قطعة من البحث التطبيقى تبدأ من التحدى ، ولكى تطور منتج جديد لابد أن نشعر بالاحتياج الجديد الذى لايتقابل مع النظام الواقع ليمنح الناس حياة أفضل . هذا التحدى يجب أن يجاب بواسطة إبراز فوائد التنظيم المعرفى لتطبيق البحوث الأساسية ، كما حدث مثلا بالنسبة لخصائص الأفلام المغناطيسية المستخدمة فى أقراص الفيديو . وفى اعتقادى أن التقدير الذى يستحقه المخترعين العظماء ليس أقل شأناً من تقدير النظريين العظماء . فأننى أكن احتراماً شديداً للمخترعين . ففى القرن التاسع عشر كان التنافس عنيفاً من أجل تطوير الصناعات والمعدات كما نرى من استعراض للعلاقة بين مجموعة العمل فى المدرسة العليا للبحوث الفرنسية كنموذج للتزاوج بين البحوث الأساسية والتطبيقية . بدأت بفحص الخصائص الفيزيائية والكيميائية للبلمرات فقد كنا نتابع حركة هذه الجزيئات فى المحاليل . انطلاقا من فضول المشتغلين بالبحوث الأساسية الذى يدفعهم إلى اختبار المواد النقية ، وبالتالى كنا نستعرض نتائجنا وكيفية الاستفادة منها بالتحاور مع رجال الصناعة .

فى إحد زياراتى لأحد معامل الكيمياء بنيوجيرسى بنيويورك فى الولايات المتحدة الأمريكية أخبرت عن بعض المشاكل الشاذة التى تتعلق بصعوبة ذوبان بعض البلمرات فى المحاليل . وكان الخبراء التكنولوچيون لايفهمون أهمية العوامل الأخرى التى تسرع عملية الذوبان مثل السحق الدقيق للبلمرات .

وبعد عودتى ناقشت هذا الأمر مع صديقى « فرنسوا بورتشارد » . وبعد عدة شهور توصلنا إلى أسلوب رائع قدمنا من خلاله خصائص طولية جديدة للبلمرات أطلقنا عليها اسم « الطول السحرى » . هذا الطول يحدد حجم المسحوق الذى يجب ألا يقل طول البلمرات عنه للتأكد من ذوبانه . هذا البعد يحدث بدرجة أكبر من الجزيئات الماكروسكوبية . وتقليل الحجم للمسحوق ليصبح أقل من الطول السحرى لايعطى أية فائدة . من هنا فإن دراسة الحالة الابتدائية لمشكلة عملية تعبر بنا خلال مسار الدراسة الأساسية لدينامية البلمرات المتشابكة .

وهذا النوع من الحالات يأتى إلينا دائماً فى مجال بحوثنا ، ويجب على المرء أن يملك المقدرة على الاستماع بشىء من التواضع عندما يأتى إليه صوت يخبره «هنالك شىء شاذ» عندئذٍ ، يتأمل المرء فيه ويفهمه . وفى بعض الحالات سعيدة الحظ ، يمكننا أن نجد الحل . ولكن كثيراً ما نفشل . وعلى الصعيد العالمى يكون علماؤنا فى مجال البحوث الأساسية أكثر حظا خاصة عند اختيار المشاكل وفهمها ، ثم بعد ذلك نرى انجازاتنا ونكافأ عليها .

وكمثال آخر على إحدى المشاكل التى يمكن مواجهتها من خلال البحوث الأساسية نذكر عملية اخفاء وتغطية حقول البترول بعد نضوبها ، حيث تتبقى كمية من الزيت حبيسة داخل الصخور الاسفنجية والتى تنساب إلى المضخات ، وبعد دراستنا لمختلف التقنيات ، وجدنا أن عملية تغطية الحقول بواسطة المواد الرغوة هى أنسب العمليات فى مثل هذه الحالات ، حيث تحقن المواد الرغوية خلال بئر ، بعد ذلك يعمل كل شىء وفقاً للخطة ، فالزيت يكون مضغوطاً بجانب هذا البئر المجاور الذى يسمح بتغطية جزء على الأقل من الزيت المتبقى . هذه العملية لها شق أساسى، حيث أن حركة الرغويات خلال وسط اسفنجى تمثل قضية فيزيائية إحصائية صعبة . ولذلك نجد أن طلاب الفيزياء البحتة قد يمكنهم إجراء هذه الدراسات والحصول على وظيفة فى مجال صناعات البترول .

٢/١/ج - كوهين العالم القدوة :

متى نسأل : أعرف كيف تغير مجال اهتمامك ؟

يقال أن « الحجر المتدحرج لايجمع الحشائش » هذه الحكمة حقيقية فى كل الثقافات ولكنها لا تدعم قرار كوهين ، حيث ترك أبحاثه فى مجال الفيزياء الذرية وعمل فى مجال بحوث البلمرات والجزيئات الماكروسكوبية :

هل عندك استعداد للتغيير ؟

كل فرد يزاول مهنة البحث العلمى يعتبر حالة فردية . نحن هنا بصدد طرح بعض الأمثلة الخاصة بى :

فى الفترة من ١٩٦١ إلى ١٩٦٥ ، كنت شغوفاً بمواد التوصيل الفائق . هذه المعادن عجيبة حقيقة ! عند كل درجة حرارة منخفضة تحمل تياراً كهربائيا دون أن تفقد أية طاقة . الرصاص والفضة والزئبق تضعنا من بين هذه المواد . هذه الظاهرة عرفت منذ عام ١٩١١ م . وفى عام ١٩٥٧ تمكن الطالب العبقرى « ليون كوبر » من وضع المفاهيم حول كيفية عمل هذه المواد . ومنذ عام ١٩٦١ ، بدأنا ندخل اللعبة ، واشتغلنا على مواد سهلة التحضير مثل سبيكة قصدير الرصاص . ومع اكتساب الخبرات بدأنا نحاول مع مواد أخرى لها أشكال مختلفة مثل سبيكة قصدير

النيوبيوم . هذه السبيكة هشة نسبياً ، ومن الصعب سحبها على هيئة أسلاك . وكانت تسبب مشاكل عديدة فى مجال التعدين . وكان التحدى متعلقاً بالتحكم بالمجال المغناطيسى المتولد بالمادة بسبب اضطراب فى مرور التيار الكهربائى . هذا النوع من التعدين الحساس يتطلب معدات ثقيلة باهظة التكاليف مثل جهاز الميكروسكوب الإلكترونى . فى هذه المرحلة يكون أمام المرء اختياران إما أن يصبح خبيراً فى التعدين، وهذا يتطلب مصادر تمويل تكفى لبناء المعامل الملائمة أو أن ينشغل بالعلم الخفيف » بحثا عن نتيجة مميزة . ولقد اخترت الطريق الأخير .

ومن الطبيعى أن يسأل المرء :

آن الأوان للتحرك ولكن إلى أين .

فى وقت مبكر من هذا القرن وبالتحديد فى عام ١٩٢٠ م ، كانت دراسة «البلورات السائلة» قد وضعت تحت الملاحظة فى فرنسا تحت رعاية العالم « چورج فريدل » ، حيث أمكن دراسة التغيير البنائى لبعض المواد الشائعة باستخدام الميكروسكوب (المجهر) البسيط .

وخلال حقبة الستينيات اقتنعنا بضرورة تكوين فريق بحثى يعمل فى موضوع البلورات السائلة . وخلال ثلاث سنوات احتل فريق العمل فى أورساى بفرنسا مكانته العالمية . وبعد مرور ستة أعوام ، أصبح هذا الموضوع هامًا على المستوى التكنولوجى والصناعى وتطلب ذلك تعدد مصادر التمويل .

وفى عام ١٩٧٢ م ، برزت أسئلة علمية عديدة تتعلق بتكنولوجيا تسطح البلمرات . وبدأ « كوهين » فى وصف السلسلات الجزيئية المرنة الطويلة التى تشبه الاسباجتى المسلوقة فى الشوربة ، والتى تمثل تطوراً واضحًا فى هذا المجال . إلا أنه تبقى بعض المشاكل الفيزيائية الإحصائية التى يجب أن تحل حتى نفهم كيف تترتب هذه الجزيئات فى المحاليل . فكل سلسلتان تميلان إلى المحافظة على مسافة بين كل منها والأخرى . وعبر كل سلسلة جزيئية معطاه يطرد كل جزء منها الجزء الأخر . كل هذا جعل الوضع صعبًا للتحليل . ومن حسن الحظ كان معنا بعض الكروت الرابحة وامتدت خبرتنا واكتسبنا المهارات فى فهم الأطوار الانتقالية والظواهر الحرجة. على سبيل المثال : عندما يتحول الماء إلى بخار بالطبع توجد نقطة حرجة محددة للضغط ودرجة الحرارة عندما يكون السائل وبخاره لهما نفس الكثافة تقريبًا . وتحت هذه الظروف يلاحظ المرء ظواهر غير اعتيادية مثل القطرات الميكروية الدقيقة والقطرات داخل القطرات وهكذا . وكان من حسن حظنا أن نكتشف الطريق إلى تطوير هذه القواعد فى إطار عملى للنقاط الحرجة وتطبيق هذه القواعد على سلاسل البلمرات الطافية فى المحلول (مثل المكرونة الاسباجتى فى الحساء) .

١/٣/١ - السيفون اللانبوبى :

منذ بدء الخليقة ، تلعب الجزيئات الكبيرة دوراً هاماً فى تطوير الحياة . ومنذ زمن طويل يستخدم الإنسان هذه الجزيئات دون أن يتعرض لتحولاتها . والعديد من الأمثلة تتواجد فى الطبيعة مثل : جزيئات القطن السليلوزية الطويلة ، والمركبات الكيميائية لزيت بذرة الكتان وجزيئات الحرير الطبيعى التى تصطف وتشكل الألياف الطبيعية . ويجب أن لا ننسى التركيب الهام لسليلوز الخشب والكيراتين الصوف الذى يستعمله راعى الغنم ، والسليلوز فى ورق البردى الذى استعمله قدماء المصريين فى الكتابة ... إلى آخره .

وفى العصر القديم ظهرت بعض التحولات التكنولوجية التى شملت اكتشافات التفاعلات الكيميائية ، كما ذكرنا سلفاً فى قصة الحذاء الهندى من بلاد الأمازون. وفى عصر النهضة ، كان عامل النقاشة يستفيد من استعمال زيت بذرة الكتان فى دهان الحوائط . وكان ينتظر حتى يجف الدهان . فى ذلك الوقت كان يجهل دور الأكسجين فى الهواء الذى كان يسبب تماسك الجزيئات الطويلة فى زيت الكتان عند نقاط متعددة وتحولها إلى مادة صلبة ذات مقاومة عالية .

وفى حقبة الثلاثينات من هذا القرن نجح العالم شتودجر فى إنجازين هامين تابعهما الكيميائيون بعد ذلك بكل نشاط أحدهما هو التحليل الكيميائى للجزيئات الميكروية الطبيعية ، الذى أدى إلى تحديد النماذج الكيميائية لهذه الجزيئات الطويلة . ونذكر فيما يلى اثنين من أهم الملاحظات الناجحة :

١ - تحديد التركيب الجزيئى للحرير الطبيعى .

٢ - توضيح حديث للتركيب الجزيئ للـ د. ن. أ.

وجزئ الـ د. ن. أ. هو اختصار لاسمه الانجليزى "deoxyribe nucleic acid" (DNA) هذ الجزئ يحتوى على الخطة الجينية لكل فرد هذه المعلومة متضمنة فى متتابعة تتكون من أربع نيكلوتيدات (أربع جزيئات صغيرة) خلال السلسلة الطولية للـ د. ن. أ.

- أربعة حروف هيجائية - هكذا كانت !

والإنجاز الناجح الثانى الذى تابعه الكيميائيون يتعلق بتصنيع ألياف قوية مثل النيلون (الذى يشبه الحرير الطبيعى) وكذلك تصنيع أنسجة تقاوم الرصاص وبعض أنواع البلاستيك الذى يدخل فى شتى التطبيقات التى تخدم حياتنا .

والجزيئات الميكروية التى تشكل المواد الصلبة لها خصائص عديدة مدهشة . فعند الحديث عن جزيئات البلمرات ، لابد أن نتحدث على تأثيرها الكبير عند إضافة جزء قليل منها إلى كمية من السائل .

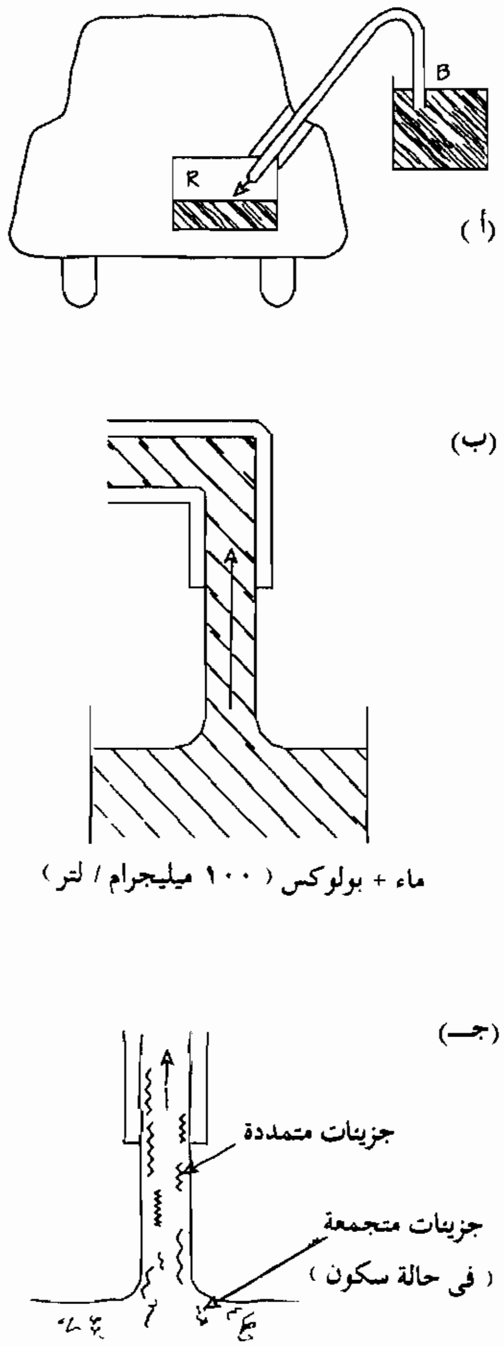
وحتى أوضح ما أقصده ، دعنا نبدأ بقصة تعرض فيها سائق متسيب لحادث طارئ ، حيث فرغ منه الوقود أثناء السير . فإذا فرضنا أن السائق قد وجد محطة تزويد الوقود وحاول ملئ الخزان الاحتياطى ، ولكنه لم يكن فى أحسن أيامه وكان فتحه الخزان لا تساعده على إدخال الوقود ! عندئذٍ ، يكون الأمل الوحيد هو الحصول على أنبوبة ويملئ الخزان بالوقود عن طريق إدخال طرف الأنبوبة بعد شفط الوقود من المستودع ووضعه فى الخزان . فى هذه الحالة يجب أن يكون وضع الخزان أسفل المستودع (انظر شكل ٣) . هذه العملية تسمى عملية « السيفون » وتتأثر عملية تدفق الوقود فى الأنبوبة بدخول فقاقيع من الهواء وتتوقف العملية ، وعلى السائق أن يبدأ من جديد . ويصبح هذا العمل غير مريح .

ومنذ خمسة عشرة عاماً تعامل مع هذه الظاهرة العالم د. ف. جيمس من جامعة تورنتو بكندا ، وأجرى تجربة رائعة . نظراً لأن السيفون يصبح هاماً تحت الظروف المماثلة باستخدام الماء أو الكيروسين النقى . فقد استعمل فى تجربته الماء الذى كان سهلاً وأقل خطورة لاستعماله فى المعمل . فحلل ١ جرام صافى من بلمر بولى اكسيثلين فى عشرة لترات من الماء . هذا الجزء الصغير من البلمر فى الماء جعل السيفون يعمل باستمرار حتى إذا ارتفع طرف الأنبوبة إلى ارتفاع ٢٠ سم فوق سطح الماء . هذا العمود المائى يرتفع فى الهواء بدون دعامات . هذه الظاهرة تسمى «سيفون بدون أنبوبة» . وهنا سوف نشرح بطريقة مبسطة ماذا حدث فجزيئات بلمر بولى اكسيثلين تتحلل فى الماء وتتجعد مع بعضها ولكنها تتماسك عند إنسياب الماء، وتتفكك بفعل قوة اندفاع الماء ، كما يحدث فى حالة سلك زنبركى . هذه القوة تتناسب مع استطالة السلك . فعندما يحدث انسياب للسائل فإن جزيئات البلمر المشدودة تسحب الماء إلى أعلى وتتعادل مع وزن عمود الماء إلى أسفل .

مجرى المراكب :

البلمرات فى المحلول لها خصائص معجزة ، على سبيل المثال النيران التى تستعر فى المبانى المرتفعة تسبب مشاكل جمة لرجال المطافى ، حيث أن خراطيم المياه والمضخات القوية لا تصل إلا إلى الدور الثامن بالكاد . فكيف يمكن إنقاذ امرأة صغيرة فى الدور الحادى عشر ؟ الحل هو البلمر العجيب ! عند إضافة بلمر بوليكسى إلى الماء وجد أن ارتفاع الماء يزداد بنسبة ٣٠ ٪ ويمكن إنقاذ هذه السيدة. فى هذه الحالة تكون كمية البلمر صغيرة أيضا ولا تتعدى ٢ جرام لكل عشرة لترات ماء . ويعتبر هذا البلمر منخفض التكاليف .

وأحيانا تلعب البلمرات بعض الحيل . على سبيل المثال ، يوجد فى باريس حوض لبناء وإصلاح السفن ، يستخدمه المهندسون العاملون فى الأسطول البحرى عند اختبار الأجسام . وتتم هذه الطريقة بحسابات معقدة تعتمد عليها صناعة السفن



(شكل ٣) : ، أ) السيفون العادى ، ب) سيفون لا أنبوبى ، ج) سيفون لا أنبوبى باستخدام جزيئات شد .

الجديدة . ويجب أن يكون حجم النموذج مترين لكل سفينة طولها ٢٠٠ متر (أى أن المقياس $\frac{١}{١٠٠}$) . ويمكن للمرء أن يتنبأ بطريقة إنجاز سفينة المستقبل وذلك بقياس مميزات هذا النموذج مثل قياس السرعة القصوى لقدرة الآلة المعطاه . وعلى المهندسين أن يتأكدوا من دقة النتائج . ولذلك فهم يكررون قياساتهم كل عدة أشهر، تحت نفس الشروط ولذات النموذج ونفس البحيرة المائية .

وفى إحدى الأيام ، حدث هلع عندما جاءت النتائج غير ماسبقها وبعد إعادة القياس للسرعة القصوى عدة مرات فى عدة شهور ، وجد أن السرعة القصوى تنخفض بمعدل ٤٠ ٪ وكان ذلك بعيداً عن أى خطأ متوقع . وكان عدم اليقين فى هذه القيمة غير مقبول .

وأخيراً ، اكتشف المهندسون المذهولون السبب ، وهو الماء بالمستودع . هذا الماء كان يكلف كثيراً عند تغييره بطريقة دائمة ويبقى راكداً لعدة شهور فى بركة متسعة. هذه الشروط أدت إلى نمو طحالب صغيرة التى تضيف كمية سرية من البلمرات الخاصة (فى هذه الحالة بلمر عديد التسكر) الذى يمثل سلاسل طويلة من السكر هذه السلاسل الجزيئية لها القدرة على خفض قوة الاحتكاك . وسرعان ما عالج المهندسون هذه المشكلة بإضافة قليل من الكلور فى ماء البحيرة لمنع نمو هذه الطحالب .

من هنا يبقى السؤال الأساسى : لماذا فى كل هذه الحالات يؤدى إضافة قليل من البلمر إلى المحلول إلى خفض الاحتكاك بين الموائع والأجسام الصلبة ؟ الانخفاض الملحوظ فى الشد وهو العامل الأخر للإحتكاك وعندما ينساب المائع فى الأنبوبة أو عندما يتحرك سطح صلب فى المائع (مثل جسم السفينة فى البحيرة) يعتبر مصدر إزعاج . وعلى الفور يفكر المرء فى إضافة جزيئات كبيرة إلى الماء (مثل المكرونة الاسباجتى فى الحساء) التى تسبب زيادة فى معامل اللزوجة للسائل . فالسوائل اللزجة تنساب أبطأ من السوائل الأكثر حرية .

وبعد عشرة أعوام من الجدال العلمى حوْل المعالجة النظرية لظاهرة انخفاض قوة سحب السوائل ، تطورت التجارب العملية لشرح تلك الظاهرة والتى ما زالت بعد ٥٠ عاماً غير مفهومة . وما زال الجدال دائراً حول نجاح النظرية فى مواجهة التجريب .

١/٣/ب - أربعة معادلات لأشباه الماس النقى :

فى فرنسا ، يعطى التعليم اهتماماً كبيراً للنظريات ، وهذا عكس ما يحدث فى البلاد الأنجلوساكسونية ، حيث يكون تدريس العلوم أكثر حزماً وقطعياً . هذا يجعل الطلاب يعتقدون أن معرفة قليل من النظريات وبعض من المبادئ العامة كافياً لشرح أية ظاهرة حتى ولو ابتكرت تطبيقات قليلة .

على سبيل المثال ، فى عام ١٨٦٧ وضع العالم الاسكتلندى كلارك ماكسويل (١٨٣١ – ١٨٧٩ م) معادلاته الشهيرة والتى يمكن تلخيصها فى أربع معادلات مرتبطة بكل ظاهرة تتضمن التيارات والمجالات الكهربائية والمغناطيسية . هذه المعادلات تماثل البحث عن الجواهر ، خاصة بعد صياغتها اليوم بالطرق الحديثة .

التعامل مع هذه المعادلات يمكننا من تعيين التأثير المغناطيسى على مرور التيار الكهربائى داخل سلك . وانتشار الموجات الراديوية أو الضوء وكذلك الموجات الكهرومغناطيسية . وأيضاً الدينامو والفرامل الكهرومغناطيسية للشحنات وفرن الميكروويف .

هذه المعادلات لم تسقط علينا من الفضاء ، بل عانى ماكسويل كثيراً من العوائق والتخبط النفسى قبل أن يبدأ فى صياغة معادلاته التى تتوافق مع المشاهدات العملية . واستطاع فى حينه أن يثبت أن سرعة الضوء تمثل مقداراً ثابتاً فى الفراغ ، وتقدر قيمتها ٣٠٠,٠٠٠ كم/ث وفى نفس الوقت تمكن العالمان الفرنسيان ل. فيزو (١٨١٩ – ١٨٩٦ م) و ج. ب. فوكولت (١٨١٩ – ١٨٦٨ م) من النجاح فى قياس سرعة الضوء التى كانت لها نفس القيمة تقريباً . وشملت دراسة ماكسويل الطيف الضوئى المرئى وغير المرئى وبعد ذلك بقليل تمكن العالم الألمانى هـ. د. هرتز (١٨٥٧ – ١٨٩٤) من تأكيد مضمون ماكسويل فى وجود موجات كهرومغناطيسية واضحة فى مدى طيفى مختلف عن الضوء وكانت هذه هى موجات الراديو .

١/٣/ج - ميلاد الأفكار الجديدة :

يعانى الطلاب الذين يتعاملون مع معادلات ماكسويل شعوراً بالإحباط وأنهم لايستطيعون أن يطبقوا رتبة هذا الإنجاز العظيم . ولكى نرفع من معنويات هؤلاء الطلاب نجعلهم يشاركوننا نزواتنا المهنية ، ولابد أن نستمر فى التنقيب ولو قليلاً فى تاريخ العلم تكون لنا عبرة فى نجاح الأولين .

« تعلم العلم ليس بالشىء الضخم » الذى يملأ المصنفات السميكة ويقسمها إلى موضوعات مثل الكهرباء والميكانيكا والبلاستيك وهكذا ، فتعليم المعرفة لايجعل المرء يتجاوز الطريق الصعب الذى أدى إلى المعادلات الكبرى . وأننى اعتقد أن العقول العظيمة أمثال ماكسويل ونيوتن كان لابد أن تبحر خلال المحاولات العديدة والعقبات الكثيرة حتى نجحت فى بناء نظرياتهم المعجزة .

٤/١ - الكتابة عند قدماء المصريين والمدائن العربية والحبر الصينى :

الحقيقة أن الحبر الصينى الذى أطلق عليه الانجليز اسم « الحبر الهندى » اتى إلينا من مصر ، وقد تم اكتشافه وتوظيفه منذ ٤٠٠٠ عام مضت من أجل تحقيق الرغبة فى الكتابة .

١/٤/١ - الفحم النباتي :

منذ بداية الرسم فى الكهوف لاحظ الناس أن تسجيل رسوماتهم على الجدران يحتاج إلى استعمال السوائل الملونة ، الذى نسميه اليوم الحبر أو الطلاء . والتكنيك البسيط الواضح هو تذويب بعض المساحيق الملونة فى الماء . **والكربون الأسود** أو الفحم النباتى والأكاسيد البنية والصفراء والحمراء كانت تكفى هذه الاحتياجات .

وباستخدام العصى الخشب أو قطع من الجذع أو ريش الطيور وأخيراً القلم المعدنى مع فرشاة الشعر ، يمكن ترسيب الحبر أو الطلاء على شريحة اسفنجية مثل الخشب أو ورق البردى أو الحجر أو الورق . وتعتبر السوائل مفيدة لهذا الغرض ، حيث تبلل السطح وتشبع الشريحة وتسحب معها الحبوب الدقيقة التى تجف وتصبح صلبة ، والصور التى خطها قدماء المصريين كانوا يستخدمون فيها الحبر الأسود . وتحضيره باختصار يتم عن طريق إشعال شمعة وترسيب الكربون الناتج على هيئة جسيمات دقيقة تسمى **الكربون الأسود** (انظر شكل ٤ أ) ، ثم يوضع هذا الكربون فى الماء ويخضخض بقوة ، ينتج عن ذلك الحبر الأسود . وقد وجد الكاتب المصرى القديم ذات يوم ، بعد غمر الكربون الأسود فى الماء ، أن السائل عديم اللون . ولاحظ تراسيب سوداء فى القاع من الصعب غمرها (انظر شكل ٥) . وكان عليه أن يعيد العمل مرة أخرى . وفى الألفية الثانية استطاع الكاتب العبقرى استعمال اللدائن العربية ووضعها فى محلول **الكربون الأسود** . بعد ذلك لم يترسب الكربون فى القاع ، ولم يعرف أحد ما حدث ولكن النتيجة إنتاج الحبر الأسود المستقر على الأقل لمدة عام كامل .

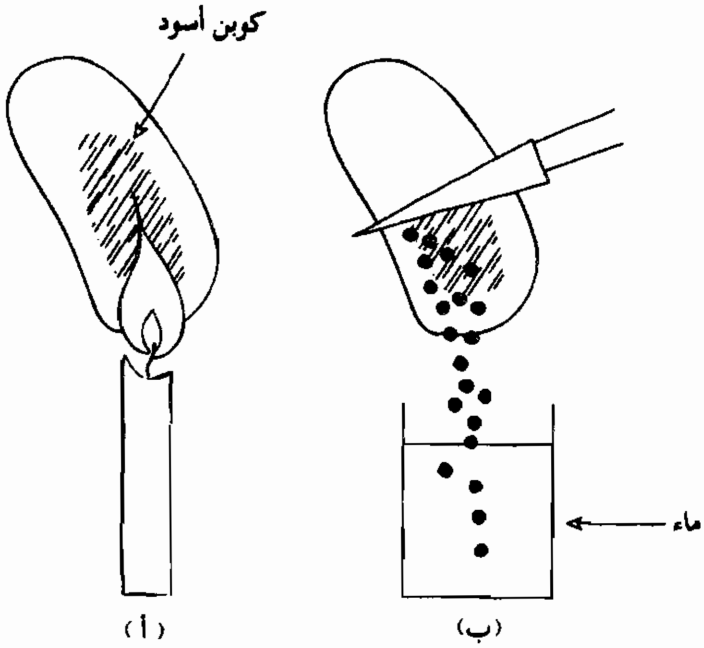
يظهر الآن سؤالان فى الأفق :

الأول : لماذا تتجمع حبيبات **الكربون الأسود** معاً ليتشكل حبيبات كبيرة تسقط إلى القاع الذى يحتوى على الحبر ؟ (انظر شكل ٦) .

الثانى : لماذا تتدخل اللدائن العربية (الصمغ العربى) فى عملية التلبد ؟

لكى نجيب على هذين السؤالين ، دعنا أولاً نحلل قليلاً من الكحول فى الماء . فجميع جزيئات كل من الماء والكحول تتحرك فى نفس الاتجاه ، تتصادم أحياناً مع بعضها مثل حبيبات القمح عند غربلتها . هذا التصادم (بفعل النهج الحرارى) يحث على الاندماج والخلط . ويمكن لجزئين من الكحول يعانيان من نفس القوة التى تسحبهما نحو بعضهما . هذه القوة تسمى « قوة ڤان ديرڤال » التى افترضت فى بداية القرن العشرين بواسطة العالم الهولندى الذى سميت باسمه .

وفى عدم وجود تأثير حرارى ، فإن جزيئات الكحول لا تتجاذب بفعل قوة ڤان ديرڤال وتتماسك معاً (انظر شكل ٧) . كما تتصادم جزيئات الكحول مع جزيئات الماء ولكن التأثير الحرارى يجعلهما منفصلين . ولكن ماذا عن حبيبات الكربون ؟



شكل ٤ : طريقة عمل الحبر الأسود



شكل ٥ : الطبيعة لا تتعاون دائماً

هذه الحبيبات كبيرة جداً بالمقارنة بجزئ الكحول (بحوالى ١٠,٠٠٠ مرة) وهذا يغير من كل شيء ، فقوة ڤان ديرڤال تستحوذ على الموقف بالمقارنة بقوة التأثير الحرارى .

وعندما ترتبط حبيبتان معاً تكون الطاقة كبيرة ، حوالى مائة مرة أكبر من طاقة الترابط التى تنشأ عن تماسك الجزيئات . والتصادم نتيجة للحركة الحرارية لايكفى أن يفصلهما . وعادة يكون التصادم فى اتجاهات عشوائية ، تؤدى إلى تأثير بعضها على بعض . وبالفعل تتجاذب الحبيبات مع بعضها وتتشكل عشائر ، وبتأثر الوزن نسقط إلى القاع . ولكن لماذا يمنع الصمغ العربى هذا التلبد ؟ الصمغ العربى يتكون من شرائح من شجرة الأكاسيا (شجرة الصمغ) ويحتوى على جزيئات سكر طويلة من حامض بوليهيا لويورونيك . هذه الجزيئات سرعان ما تتحلل فى الماء وتلتصق بسهولة على حبيبات **الكربون الأسود** ونظراً للتصارع الذى يحدث بينهما ، فنرى تجمع جزئ كامل حول هذه الحبيبة . وكل حبيبة ترتبط بعدد من جزيئات السكر وتخلق شيئاً فشيئاً ما يشبه غابة من الشعر مثل أكاليل الزهور على سطح الحبيبة . هذا الاسم يبين ظهور شكل يشبه التاج . هذا لايدعنا نقول أن قوى ڤان ديرڤال قد اختفت ، فهى تستمر فى التأثير وأن حبيبتان قد ينجذبان بعضهما لبعض بفعل هذه القوة ؛ إلا أنه عندما يتقاربان تتلامس جزيئات السكر التى سرعان ما تتحلل فى الماء بفعل تأثير الهدرجة ، فإن ترابطهما مع جزيئات الماء يكون أقوى من قوة جذب ڤان ديرڤال وفى النهاية تنشأ قوة تنافر تمنع تقارب الحبيبات . وهكذا نرى كيف تصبح حبيبات الكربون مفرطة وتصبح المتعلقة من **الكربون الأسود** أو ما يماثلها مستقرة .

٤/١ ب - المضيفات تصنع الفرق :

منذ ٤٠٠٠ عام ، تمكن العلماء من شرح كيفية فصل الحبر الصينى . هذا التفسير لايتعدى الآن سوى عشرة أعوام من معرفة آلة أو ميكانزم الاستقرار الذى يمنحه «أكليل» البلمر . فيما يلى سوف أصف تجربة أجراها العالم الكيميائى الانجليزى ميكيل فارادى (١٧٩١ - ١٨٦٧) وهو أحد أجدادنا العظماء . الذين ندين له باكتشافه للتحليل الكهربائى للسوائل وكذلك قوانين الحث الكهربائى .

فى هذه التجربة ، صنع فارادای متعلقات غروية من الذهب ، ودلكها تحت الماء. وعند توصيل إلكترودان من الذهب بطرفى بطارية ، نتجت شرارة . تولدت بعدها جسيمات دقيقة من الذهب معلقة فى الماء وتسببت فى تلون الماء بلون أحمر مميز. وعند فتح البطارية تبقى المادة الغروية مستقرة . فى هذه الحالة وبالرغم من تأثير قوة ڤان ديرڤال إلا أن الحبيبات تظل منفصلة .

فى هذه التجربة اكتشف فارادای ميكانزم جديد يعمل على استقرار الغرويات وهو « التفاعل الكهرو استاتيكى » انظر شكل ٨ وجسيمات الذهب تحمل تلقائياً

شحنات سالبة . ونظراً لأن الشحنات المتشابهة تتنافر والشحنات المختلفة تتجاذب ، فإن قوة ڤان ديرڤال تتعادل مع قوة التنافر الكهروستاتيكى . وتبقى الحبيبات معزولة ، وبذلك تصبح الغرويات مستقرة ولكى نوضح ذلك ، حلل فاراداى ملح كلوريد الصوديوم فى المعلق . وتغير لون المحلول إلى الأزرق . وتجمعت الحبيبات وتحولت إلى أشكال كبيرة ... ماذا يحدث ؟ عندما تحلل جزيئات كلوريد الصوديوم فى الماء تفككت إلى مكوناتها الأيونية ، أحدهما أيون الصوديوم الموجب والأخر أيون الكلور السالب (انظر شكل ٩) . وأيونات الصوديوم الموجبة تتجاذب مع الجسيمات السالبة للذهب وتعادل المحال الكهربائى لكل حبيبة . وتبقى فقط قوة ڤان ديرڤان التى تعمل على تجميع الحبيبات معاً . وبالتالى تتغير المميزات البصرية للمعلقات ويتغير لونها إلى الأزرق .

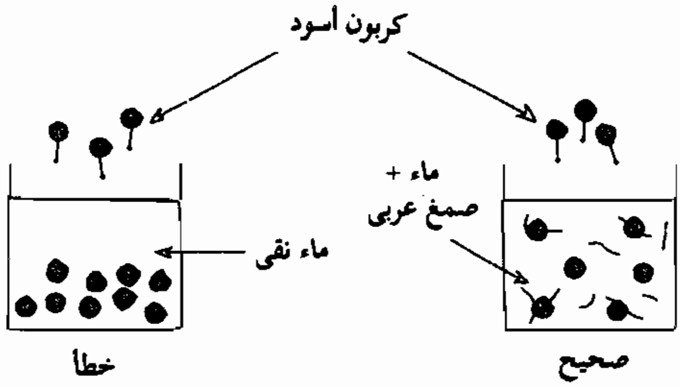
وقد أنجز فاراداى تجربة أخرى ، حلل كمية من الجيلاتين فى وجود غرويات الذهب المستقر بلونها الأحمر . هذه المادة جزيئاتها تحتوى على سلاسل طويلة وتشبه جزيئات الصمغ العربى السكرية ، وتلعب نفس الدور ، وعند إضافة ملح كلوريد الصوديوم فى المحلول ظلت الغرويات على لونها الأحمر وبقيت مستقرة . من هنا اكتشف فاراداى الطريقة المصرية القديمة لاستقرار الغرويات . فى هذه الحالة ، فإن غرويات الذهب الحمراء التى اضيف إليها الجيلاتين أصبحت مضاعفة الاستقرار . أحدهما نتيجة الشحنات الكهربائية التى تحملها الحبيبات والأخرى بالأكاليل الجيلاتينية حول كل حبيبة . وعند إضافة الملح عند هذه النقطة فإنه يضعف التأثير الكهربائى كما شرحنا سلفاً ، إلا أنه يبقى على التجمع الأكاليلى للجيلاتين وتبقى الغرويات مستقرة ، كما حدث فى حالة الحبر الصينى .

وأننى اعتبر قصة الحبر الصينى مثالية ، لأنها أوضحت لنا خصائص المواد الدقيقة التى تلعب دوراً مهماً فى حياتنا ، مثل المنتجات الغذائية : كالكريم والمسلى الصناعى والمايونيز وكذلك صناعة الزيوت وأدوات التجميل . فمع إضافة قليل من البلمر تتحول المادة إلى ما أسميه بالمواد الرخوة .

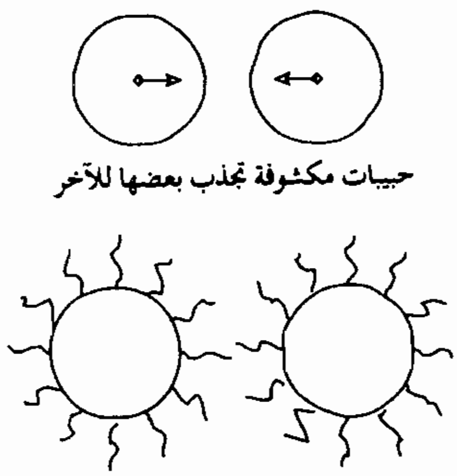
٥/١ - البلورات السائلة :

تعلمنا فى مراحل التعليم أن المادة تتواجد فى ثلاث حالات مختلفة هى الصلبة والسائلة والغازية .

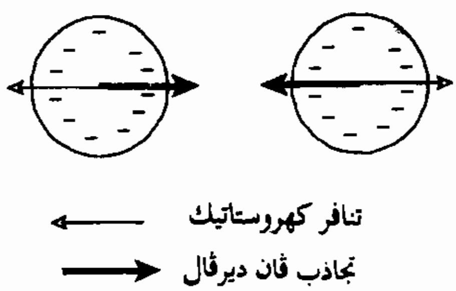
* فى الحالة الصلبة ، تكون الذرات قريبة جداً من بعضها فى شُبَيْكة صلبة ، وغالباً تكون جزيئاتها لامتناهية (متباينة الخواص فى النواحى والاتجاهات) . وخصائصها تعتمد على اتجاه قياسها . على سبيل المثال سرعة انتشار الصوت تعتمد على اتجاه انتشارها .



شكل ٦ : تحسن طريقة تحضير الحبر الأسود



شكل ٧ : تفاعل جزيئات الغرويات بواسطة جزيئات البلمرات



شكل ٨ : الأتزان الكهروستاتيكى للمعلقات

وفى حالة البلورات تترتب الذرات فى حالة منظمة وتكون الجزيئات متناحية ذوات ترتيب منتظم ، انظر شكل ١٠ .

* والحالة السائلة على النقيض ، تتشكل بشكل الإناء التى توضع فيه ، كما أنها تتغير فى الشكل بالتأثير عليها بأى قوة ضعيفة . والجزيئات لا متناحية غير ثابته، وتتأثر حركتها بالحرارة . هذه السوائل تكون أيضاً فوضوية التوزيع .

* والغازات تكون مثل الموائع ، وهى أيضاً فوضوية التوزيع ، وجزيئاتها متباعدة . وكثافة الغازات عادة تكون أصغر من مثيلاتها فى السوائل . والقوى الجزيئية ضعيفة جداً . والقوة المهمة بين هذه القوى تنتج عن التصادم بين الجزيئات وتسمى كما ذكرنا قوة ڤان ديرڤال . هذا التصور عن حالات المادة بسيط ، ويوجد عدد كبير من الحالات الانتقالية البينية ، تكون المادة فيها بين الحالة السائلة والحالة الصلبة ، على سبيل المثال ، البلورات السائلة التى اكتشفت منذ قرن من الزمان ، وأصبحت منذ عشرين عاما من الموضوعات الهامة ، وتستخدم الآن تطبيقات تكنولوجية عديدة ، نذكر منها البطاريات متناهية الصغر التى تستخدم فى تشغيل الساعات لمدة عامين كاملين وتستخدم فى شاشات العرض لأجهزة الكمبيوتر .

اختيار خصيف للجزئيات

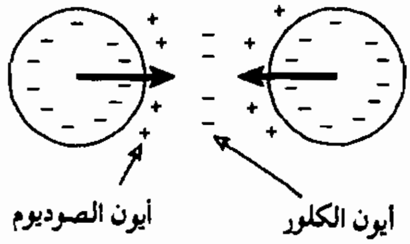
لكى نحصل على بلورات سائلة ، يجب أن يبدأ المرء بالجزيئات الطويلة . الجزء الصلب بالجزئ لايشكل البلورة السائلة ، فإذا كانت الجزيئات صلبة تماماً فإنها تشكل بلورة عند درجة الحرارة العادية . إلا أننا نحتاج إلى السلاسل المرنة على أطراف الجزئ الطويل لتكوين الحالة السائلة الشكل ١١ ، يبين أحد هذه الأنواع ويطلق عليه اسم ن - ٤ ميثولسبيزليدين ويرمز له بالرمز MBBA .

الحالة النيماتية :

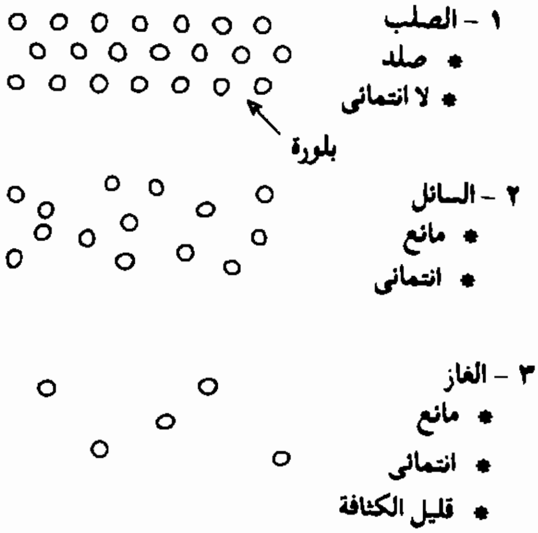
فى حالة السائل الانتمائى تتجه الجزيئات حتى لو كانت طويلة جميعها فى نفس الاتجاه وهى دائماً فى حالة فوضى . أما فى حالة السوائل النيماتية الموضحة بالشكل (١٢) فالجزيئات الطويلة تبقى متوازية فى اتجاه معروف . ولكن الأوضاع النسبية للجزيئات المختلفة غير ثابتة والجزيئات تكون حرة الحركة . وخصائص السائل النيماتى تعتمد على كيفية قياسها فى اتجاه موازٍ أو اتجاه عمودى على المحور الجزيئى كما هو موضح بالاتجاه ١ أو ٢ بالشكل (١٢) .

الحالة السميكتية :

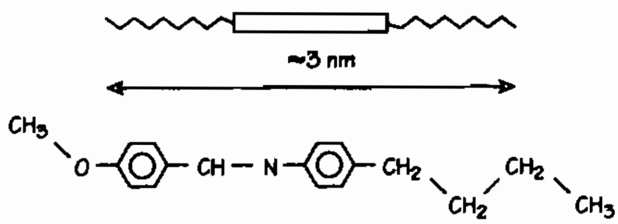
السوائل السميكتية يكون لها تراكيب مختلفة . فالجزيئات ترتب نفسها فى طبقات ، كما هو الحال فى مادة الصابون التى يكون لها نفس التراكيب . وكلمة سميكتية مشتقة من الأصل اليونانى « سميكتيكوس » ويعنى الصابون ، وسمك كل طبقة معرف جداً . والجزيئات تكون متوازية بعضها لبعض وتشكل سائلا ذى بعدين . تحت التأثير الحرارى تتحرك الجزيئات بحرية خلال تواجدها فى طبقة



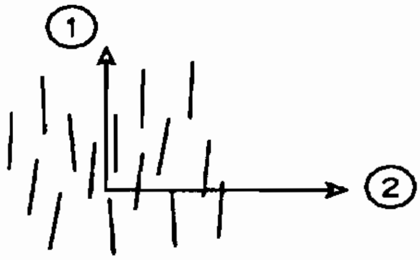
شكل ٩ : الاتزان بين أيونات الصوديوم والكلور فى محلول الملح



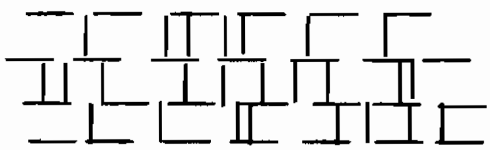
شكل ١٠ : حالات المادة الثلاثة ، الصلبة والسائلية والغازية



شكل ١١ : التركيب الجزيئى للبلورات السائلة الشائعة MBBA



نيماتى (مائع لا انتمائى)



سميكتى (مثل الصابون)

شكل ١٢ : الفرق بين السائل العادى ونوعين من البلورات السائلة النيماتية والسميكتية

محددة. ومراكز هذه الجزيئات يكون لها توزيع عشوائى . والقسم الرئيسى من عائلة السميكتيات تكون جزيئاته عمودية على مستوى الطبقات . والأقسام الأخرى من السميكتيات الأقل اعتيادية حيث ترص الجزيئات فى مستوى الطبقات . هذه الجزيئات مثل الجزيئات النيماتية لامتناحية وتتحدد خصائصها باختلاف طريقة القياس ، إذ كانت عمودية أو موازية لهذه الطبقات .

والسؤال المطروح ، كيف يمكن التعرف على البلورة السائلة ؟ أول محاولة حقيقية بذلت لفهم طبيعة البلورات السائلة كانت على يد العالم الفرنسى جورج فريدل (١٨٦٥ - ١٩٣٣ م) . وفى القرن التاسع عشر اكتشف أخيه تشارلز فريدل (١٨٣٢ - ١٨٩٩ م) تفاعل كيميائى عضوى عرف باسم تفاعل فريدل - كرفت . أما « فريدل الثالث » الذى أصبح مديراً لمدرسة ميتز فى باريس ومعه أخوه « جاك فريدل » فيمثلان الجيل الرابع لعائلة فريدل . كان جاك فريدل من أوائل العلماء الفرنسيين فى مجال المعادن .

وعام ١٩٢٠ ، نجح جورج فريدل فى فهم التوزيع الفراغى للجزيئات التى لايراها مباشرة ، والتى يتعدى طولها ٢٠ - ٤٠ انجستروم (أى ٢ - ٤ جزء من المليون من الميلى متر) . وباستخدام ميكروسكوب بسيط (مجهر بصرى عادى) تمكن من مشاهدة بعض الخطوط التى لايتعدى طولها بعض من الأجزاء العشرية من الميليمتر . كما تمكن فريدل من تعيين تراكيب المواد السميكتية . وعلى المقياس الدقيق يلاحظ أن الجزيئات النيماتية تبقى موازية لبعضها . ولكن على مسافات متميزة قد تتغير هذه الاتجاهات .

خواص البلورات السائلة :

التطبيقات الأولية للبلورات السائلة تكون فى شاشات العرض فى الساعات والأجهزة الالكترونية ، ويعتمد ذلك على الخواص التالية :

( ) خواص تركيبية :

نعرف أن الجزيئات النيماتية لها سلوك يشبه سلوك سرب من السمك الذى يسبح موازٍ بعضه لبعض . واتجاه الحركة يتحدد باستخدام وسيط خارجى . لنأخذ شريحتين من الزجاج كما هو مبين بالشكل (١٣ أ) كل منهما مخطط بمجموعتين من الحفر تدعى G_1 و G_2 . هذه المنزلقات تكون عمودية على بعضهما . فإذا غمسنا جزيئات من البلورات السائلة النيماتية بين هذين اللوحين ، فإنهما سوف يعانيان وضعاً غير مريح ، بالقرب من المنزلق العلوى ، حيث أن الجزيئات ترغب فى توجيه نفسها على طول الحفر - الجزيئات فى المنزلق الأسفل ترغب فى التوجه فى خط أعلى من الحفر على المنزلق وهى فى اتجاه عمودى على G_1 وعلى الرغم أن الجزيئات ترغب أن تبقى فى اتجاه موازٍ لبعضها ، إلا أنها تضطر إلى الخضوع للشروط الخارجية . فهى تأخذ شكلاً حلزونيا إلى أعلى فى دوائر مثل

حـــالة السلم الملتــف كما هو موضح (بالشكل ١٣ أ) . هذا التركيب تم مشاهدته بواسطة العالم « تشارلز ماجوين » وتسمى الحالة بالنيماتية الجدلية (الملفوفة) .

ب) الخواص الكهربائية : عند تطبيق جهد كهربائى بين المنزلقين الزجاجين ، فيتولد مجال كهربائى بينهما . ومن أجل أن يكون الزجاج موصل كهربائياً يطلى عادة بمادة أكسيد القصدير . يلاحظ أن محور الجزيئات يصطف فى اتجاه موازٍ لاتجاه المجال .

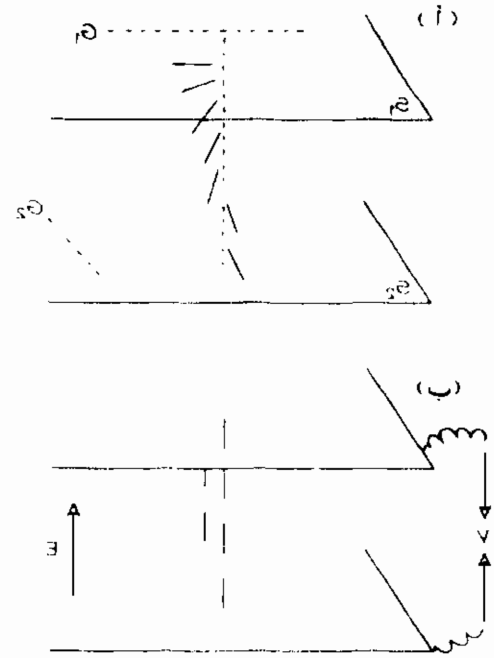
جـ) الخواص البصرية : جزيئات البلورات السائلة لها خواص مختلفة تتحدد بالاتجاهات الموازية والعمودية على طولها . فهى تكون لا انتمائية وبصرية . والضوء المستقطب جعلنا نستفيد من هذه الميزة عند دراسة الخصائص البصرية .

فإذا أراد المرء فحص خصائص الأشعة الشمسية ، بحيث لايكون هناك أى اتجاه مميز يظهر فى مستوى عمودى على الشعاع (شكل ١٤ أ) ، (نفس الشيء يحدث إذا استعمل الضوء العادى الصادر من شمعة أو مصباح ضوئى تقليدى) وعندما ينعكس الشعاع الشمسى بواسطة السطح الزجاجى ، فيكون الشعاع المنعكس له اتجاه مميز فى اتجاه عمودى على المستوى الذى تشكل بواسطة الشعاع الساقط والشعاع المنعكس . فى هذه الحالة يقال أن الضوء قد استقطب . والاستقطاب الضوئى ينتج باستعمال المستقطب والذى عادة ما يكون على شكل شريحة بلاستيكية تسمح للضوء المستقطب بالمرور فى اتجاه متطابق مع الاتجاهات المميزة لوسط الاستقطاب (شكل ١٥) .

والمستقطب الضوئى له دالة أخرى فى استعماله كمرشح ضوئى (محلل للضوء) ، ويعتمد مسار الشعاع الضوئى الساقط إذا ما كان اتجاه الاستقطاب موازيا أو عموديا على اتجاه التميز للوسط .

والآن ، نستطيع أن نشرح كيف تعمل شاشات العرض باستخدام البلورات السائلة .

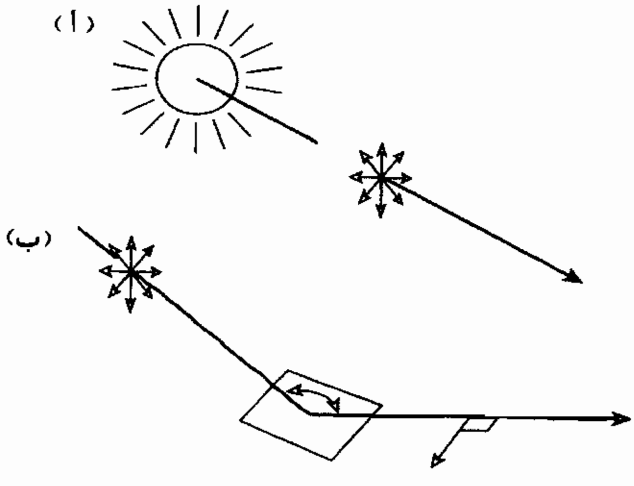
نستخدم الكترودين مصنعين من زجاج محزز وموصل للكهرباء (انظر شكل ١٦) ونضع مادة البلورات السائلة بين اللوحين الزجاجين المنزلقين وهى فى طورها النيماتى الجـدلى . ومستقطـب للضوء P_1 كما هو موضـح بالشـكل ١٦ أ ، فيلف اتجاه الاستقطاب حول المحور الشعاعى كما يلف الجسم عندما يتحرك أسفل سلم حلزونى . وعندما يصل الضوء إلى المنزلق S_2 ، يصبح اتجاه الاستقطاب عمودياً على اتجاه المرشح الضوئى P_2 الموضوع خارج المنزلق S_2 . والمستقطب الثانى يمنع الضوء وبالتالى تظهر الخلفية سوداء . وإذا أحدثنا جهداً كبيراً بين الإلكترودين ينشأ



شكل ١٣ : الترتيب الفراغى لطبقة نيماتية بين الحدود الحفرية :

أ) عند الاتزان .

ب) بعد إحداث مجال كهربائى فى اتجاه عمودى .



شكل ١٤ : ضوء اعتيادى غير مستقطب .

أ) قد يفضل اتجاه استقطاب محدد .

ب) استقطاب فى اتجاه السطح .

مجال كهربائي يسبب تصفيف المحور الجزيئ على طول اتجاه المجال . وبذلك يكون الضوء المستقطب بواسطة المستقطب P_1 غير متأثر خلال مروره بالجزيئات النيماتية . فى هذه الحالة ، فإن الضوء المستقطب الذى لم يتغير اتجاهه هو الذى يصل إلى المستقطب P_2 ، ويكون اتجاه الاستقطاب موازياً لاتجاه الترشيح الضوئى فى هذا المستقطب . ويمر الضوء دون إعاقة ، وتبقى الخلفية ساطعة فى شاشات العرض . والرموز المراد بيانها (إذا كانت رقمية أو حروف) فإنها تظهر على الشرائح الزجاجية. كل رمز يصنع من أقسام قصيرة من خطوط مستقيمة فى شكل الكترودين مسجلين على كل شريحة وإحداث الجهد الكهربى من عدمه بين هذين الالكترودين ، يحدد ما إذا كانت أجزاء الخطوط المستقيمة تظهر أو لا تظهر .

والجدير بالذكر أن شاشات العرض التى تستعمل فيها الجزيئات النيماتية المجدلية تلعب دوراً عظيماً فى الوقت الحاضر . هذه الأجهزة تستعمل طاقة قليلة عند تشغيلها .

ومن عيوب هذه الشاشات أنها تحتاج إلى وقت طويل حتى يتولد أو يزال المجال الكهربائى ، بحيث تصبح الجزيئات مستعدة لتحويل الاتجاه . وقد يكون هذا الوقت قصيراً بدرجة كافية للساعات أو شاشات العرض الإلكترونية ، إلا أنها تعتبر طويلة لشاشات العرض المستخدمة فى التلفزيونات .

ونأمل أن المستقبل يطور لنا المواد البلورية السائلة المناسبة التى تتغلب على مثل هذه المشاكل الفنية .

٦/١ - البلل وعدم البلل على أسطح الأشياء :

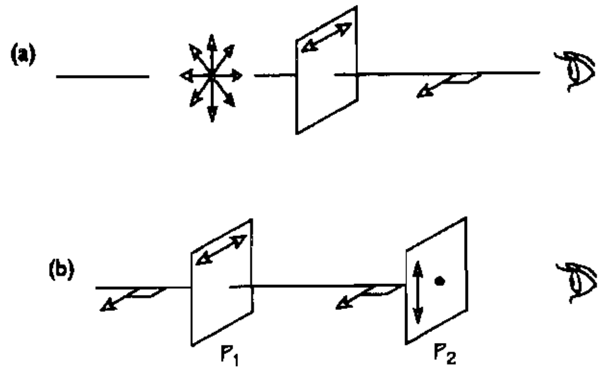
١/٦/١ - ريشة البطة :

من المعروف أن خصائص الأسطح تلعب دوراً عملياً هاماً ، وتتضمن العديد من المشاكل الفيزيائية مثل مشاكل التشحيم . فقطرة من الزيت تمنع الباب من الصرصرة، أو تسمح لموتور ما بالدوران بسرعات عالية عند درجات حرارة مرتفعة وتأثيرات الأسطح للخامات منخفضة التداعى على العديد من التفاعلات الكيميائية .

دعنا نرى ما يحدث من علاقة بين السائل والصلب عندما يتلامسان معاً : عند سقوط قطرة من السائل (كالماء) على سطح صلب ، هذا السائل يعانى من وضعين مميزين (يعتمد على اختيار السطح) هما :

١ – يطرد السطح الماء ويعد كارهاً له ، حيث يمنع ذلك انتشاره على السطح وتتكون القطرة على شكل قلنسوة كرية ، يطلق على هذه الحالة اسم «البلل الجزئى» ، ويمكن مشاهدة هذه الحالة عند سقوط قطرة الماء على سطح مشمع أو ريشة البطة . انظر شكل ١٧ .

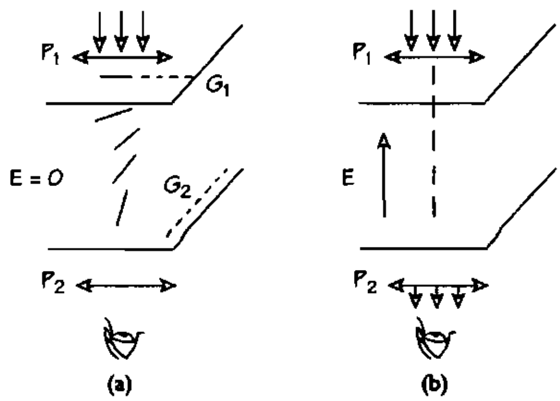
٢ – سطح يجذب الماء ، وتسمى هذه الظاهرة بالحالة الشرهة للماء . ونرى هذه



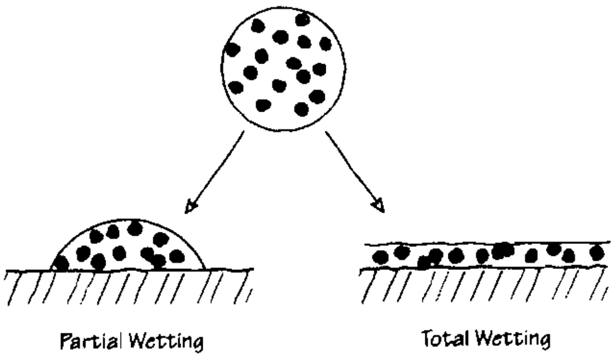
شكل ١٥ : ضوء مستقطب باستخدام شريحة استقطاب :

أ) يمنع الضوء باستخدام المحلل الضوئى .

ب) خروج الضوء بعد دوران المحلل بزاوية ٩٠ ° .



شكل ١٦ : استخدام البلورات السائلة فى شاشات العرض عن طريق استخدام الطور النيماتى بين مستقطبين .



شكل ١٧ : البلل الجزئى والبلل الكامل على سطح صلب بواسطة قطرة سائل.

الحالة عند سقوط قطرة الماء على سطح زجاجى نظيف أو سطح معدنى . هذا الوضع يمثل حالة « البلل الكامل » .

ويعود الفضل إلى دراسة علم البلل إلى كل من العالم الانجليزى توماس يانغ (١٧٧٣ - ١٨٢٩) والعالم الفرنسى بييرسيمون دى لابلاس (١٧٤٩ - ١٨٢٧م) الذى كان يعمل فى مجال الرياضيات والفيزياء والفلك . واعتمد لابلاس فى ذرات ظاهرة البلل على معادلات التفاضل الجزئى ، أما يانغ فاعتمد على التصميمات المهندسة اليونانية القديمة ، وكان مولعاً بدراسة الخصائص الفيزيائية للمواد ، منها البلل والمرونة التى ترتبط بعلم تشوه المادة الصلبة . ويرتبط باسمه معامل مرونة هام يسمى « معامل يانغ » ، وكذلك اهتم بدراسة الموجات الضوئية التى ترتبط بظاهرة التداخل الضوئى . ووضع أسس لتجربته الشهيرة التى تدرس فى المدارس المختلفة ، وتتلخص فى تعريض ثقبين فى حائل معتم للإضاءة يتولد عن ذلك تداخل الأمواج الضوئية ، الذى يشاهد كنموذج مرئى على شاشة الاستقبال خلف هذا الحائل . والجدير بالذكر أن يانغ كان شغوفاً بالحضارات القديمة ، ودرس كتابات قدماء المصريين . وكان منافساً لشامبليون (١٧٩٠ - ١٨٣٢ م) الذى فك شفرة اللغة الهيروغليفية .

وقد اهتمت مجموعتى البحثية منذ سنوات بدراسة ظاهرة البلل . وكانت بحوثنا مركزة على العمليات الدينامية وانتشار السائل ، بالإضافة إلى التشكيل النهائى للقطرة . وكنا نجرى بعض البحوث حول القوانين العكسية لظاهرة عدم البلل "dewetting" .

دعنا فيما يلى نوضح ما المقصود بظاهرة عدم البلل ، وذلك من خلال التجربة البسيطة الآتية :

إذا سقطت قطرة مائية على شريحة من البلاستيك الشفاف مثل البولى ايثيلين ، نلاحظ على التو أن القطرة لا تنتشر . وهذه حالة معروفة للبلل الجزئى (شكل ١٨ أ) والبولى ايثيلين يكون سطحا شرهاً للماء . تخيل الآن ، أنك أخذت القطرة إلى أسفل بأصبعك مؤثراً عليها بقوة للانتشار على سطح البلاستيك (شكل ١٨ ب) ، ماذا حدث ؟ على الفور تتشكل منطقة جافة على المساحة المغطاه بالماء . هذه البقع الجافة تتمدد ويحاول السائل الهرب وتفادى السطح الصلب (شكل ١٨ ج) .

وتبين التجربة سرعة تكوين المنطقة الجافة . هذه الظاهرة درست بعناية عن طريق الزملاء ف. بورشاد و ج.ب. بروزاكا وأيضاً ل. ريدون .

١/٦/ب - بساط العائلة :

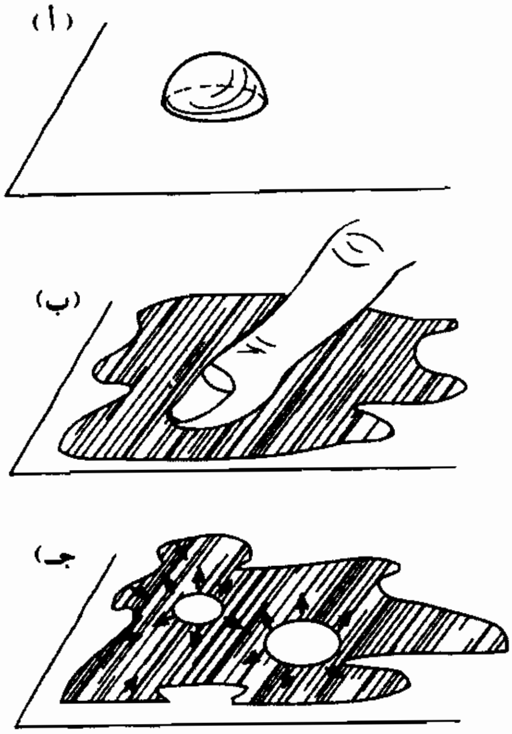
فى الوقت الحالى ، لدينا بعض المواد ذو خواص غير اعتيادية مثل **شرائح** السليكون الرقيقة التى لا يتعدى قطرها ١٠ سم وتتكلف كل منها مائة دولار أمريكى . هذه **الرقائق** تستخدم فى تكنولوجيا الإلكترونيات الدقيقة . والسليكون إحادى التبلور ، تتشكل بلورته من مائة مليون ذرة ترص فى صف واحد فى ترتيب مثالى توضع فيه الواحدة بعد الأخرى لسوء الحظ ، تعانى هذه الرقائق من بعض العيوب نتيجة التأكسد بواسطة الهواء وتغطية السطح بغشاء غير منتظم من السليكا .، ماذا نفعل ؟ خذ مثلاً ما يفعله صاحب منزل يرغب فى بيعه ، ثم يكتشف عطب بالأرضية الخشب فى غرفة المعيشة . الحل الواقعى الذى يتبعه أن يشترى بساط يغطى به هذا العيب . نفس الشيء يحدث فى حالة رقائق السليكون المعيبة يتكون غشاء السليكا على سطحه ، يحاول المرء أن يطلى سطح الرقائق بجزيئات تأخذ شكل الشعر متناهى الصغر ، بحيث تغطى الجزيئات التركيب الداخلى بدرجة كافية كبساط منتظم بقدر الإمكان لكى يخفى العيوب التى أسفلها . ولكن ما زال من الصعب تخليق بساط حر يكفى لتغطية العيوب ، على سبيل المثال جزيئات الماء تميل أن تلتصق بالسطح . وتتداخل بقوة مع التفاعل الترسيبى .

١/٦/ج - عقد اللؤلؤ :

عند دراسة التفاعل بين الصلب والسائل ، هناك حالتين ممكنتين للبلل بخصائص مختلفة هما : حالة البلل الجزئى وحالة البلل الكلى . ولكن هل يمكننا دائماً التفرقة بينهما . عادة ، تكون التجارب غير واضحة ، فعندما يرسب الماء على سطح صلب ممتد ، تكون الأشياء غير واضحة . وعندما نغمس خيط فى سائل هذا الوضع نعانيه فى مجال صناعة النسيج ومعرفة الإجابة الصحيحة تكون على درجة كبيرة من الأهمية .

ومن أهم الانجازات فى صناعة خيوط النسيج استخدام البلمرات المنصهرة . والبلمرات اللزجة تسحب ٦٠٠٠ متر / دقيقة خلال رشاش ذى ثقب صغير . والجدير بالذكر أن هذه البلمرات تتجمد عند لفها بسرعات عالية . ولكى تتحمل الخيوط عملية اللف على المنزلق ، يجب لفها برفق خلال نسجها . وتستعمل عملية «تزييت الخيوط» لصبغها بألوان ثابته . ومهندسى النسيج يعانون من بعض المفاجأت. فالبلمرات المستخدمة فى صناعة الألياف يكون لها سلوك شاذ . عندما تكون على هيئة شرائح يكون البلل تاماً ولكن فى حالة صنع الخيوط من نفس المادة تكون غير قابلة للبلل . وعندما تغمس الخيوط فى سائل فإنها تخرج كالحبل معلق به القطرات مثل « عقد اللؤلؤ » . وهنا لابد أن نتذكر قصة ريشة البطة . والآن ، يبدو تعارض ، هل حقيقة توجد مواد تمنع البلل عندما يتغير شكلها من الشرائح إلى الخيوط ؟

بالتأكيد خصائص البلل تعتمد على الخصاص الفيزيائية والكيميائية للبلمرات

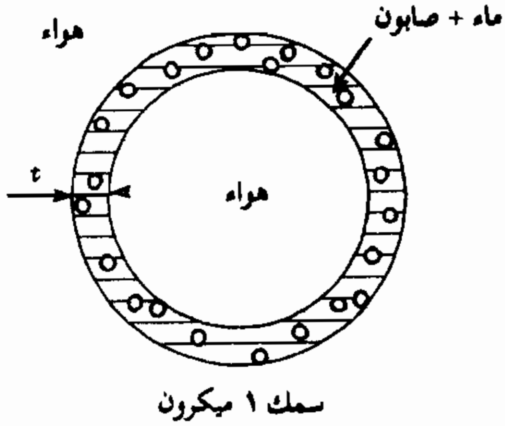


شكل ١٨ : تجربة عدم البلل .

أ) البلل الجزئى بسبب تشكل قطرة كرية .

ب) تحت تأثير قوة لانتشارها على السطح الصلب .

جـ) محاولة السائل للتجمع .



شكل ١٩ : تركيب فقاعة الصابون .

والسائل ولكنها لا تعتمد على الشكل الهندسى للمادة . وبالتدريج اقتنع النظريون بأن الليف يكون مبللاً بالكامل ومطلى بغشاء سائلى بين تلك القطرات . فكيف يمكن إثبات ذلك ؛ فالغشاء السائلى يكون غير مرئى للعين المجردة ، والتقدير النظرى يعطى سمكاً صغيراً لهذه الطبقة لا تتعدى بضعة من النانومترات (١ نانومتر = $\frac{١}{بليون}$ من المتر) . أخيراً ، استطاع الباحث / ج.م. دى ميجليو إثبات وجود هذا الغشاء السائلى وتحديد سمكه .

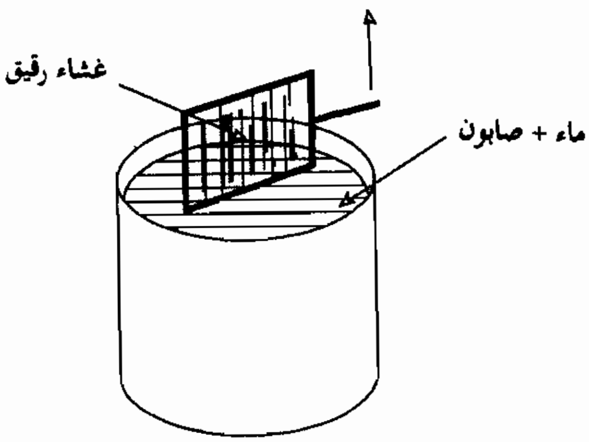
٧/١ - الفقاقيع والرغويات :

فقاقيع الصابون تكون جميلة ملونة متحركة وهشة ، ومن السرور أن يراها الأطفال . وفقاعة الصابون توضح كل أطوار الحياة ، فهى تولد وتنمو وتتطور وتشيخ ثم أخيراً تختفى : الفقاعة ليست إلا غشاء من محلول الصابون (شكل ١٩) لماذا تكون هذه الأغشية ملونة ؟ الإجابة ببساطة : اصنع غشاء محلول الصابون بنفسك باستخدام سلك تقطيع البيض أو أى إطار أخر . أغمس الإطار فى محلول الصابون وأخرجه. تلاحظ تكون غشاء سميك بضعة ميكرونات (١ ميكرون = $\frac{١}{بليون}$ متر) ، والموجات المنعكسة من الأسطح الأمامية والخلفية للغشاء تتقابل وينشأ تداخل بناء أو تداخل إخفاء ، يعتمد ذلك على الأطوال الموجية مقارنة بسمك الغشاء . ونظراً أن الألوان المختلفة تضىء الغشاء تبعا لأطوالها الموجية ، فإن الألوان جميعها لا تنعكس لهذه الطريقة . هذا الذى يجعل الضوء المنعكس ذى ألوان مميزة ، انظر شكل ٢٠ .

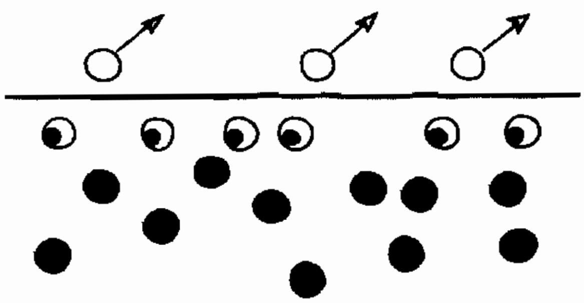
جلد الماء :

السؤال هو : لماذا نضيف الصابون إلى الماء لكى نصنع الفقاقيع ؟ لكى نصنع فقاعة ، لابد أن يواجه الماء قوة تجعله يشترك بأكبر مساحة مع الهواء . ولكن جزيئات الماء لا ترغب فى التقارب مع بعضها (ويكره بعضها البعض) ، فكل جزئ ماء لايرغب فى شيء سوى أن يحاط بجزيئات ماء أخرى . والجزيئات المتواجدة على السطح تحرم من نصف عدد الجزيئات التى تحيط بها من الجيران .

والطاقة المطلوبة لخلق هذا السطح تساوى نفس الطاقة اللازمة لإزالة هه الطبقة من جزيئات الماء المستقرة عليها شكل ٢١ هذه الطاقة تسمى طاقة السطح ومقدارها يتناسب مع مساحة السطح . وكل نظام فيزيائى فى الطبقة يعمل لتقليل مقدار هذه الطاقة . لذلك نرى الشعر الأشعث فى فرشاة الطلاء يتماسك مع بعضه بعد غمسها فى الماء ، شكل ٢١ . من وجهة نظر الفيزياء النظرية ، يعتبر هذا النظام معقداً . فإذا اعتبرنا أن فرشاة الشعر تحتوى على شعرتين فقط ، بعد تبللها يتكون بين الشعرتين غشاء من الماء الذى يعمل على تقليل مساحة السطح . فتنشأ قوة تعمل



شكل ٢٠ : صناعة غشاء من الصابون



شكل ٢١ : جلد الماء

على جذب الشعرتين بعضهما لبعض . هذه القوة تتناسب مع طول السطح المبلل ، ويسمى ثابت التناسب « بالتوتر السطحى » . ودائماً يسعى الغشاء إلى تقليل مساحة السطح . فإذا سحب المرء غشاء بواسطة حلقة ، فإنه يحصل على قرص مسطح . ويعادل الصابون طاقة السطح . وجزئ الصابون له رأس قطبى مرتبطة بسلسلة تتكون من ١٢ إلى ١٨ ذرة كربون مع ذرات الهيدروجين المحيط بها . هذه الجزيئات ترتب بعضها جنباً إلى جنب . وتكون رؤوس أقطابها شرهة للماء وسلاسلها الهيدروكربونية (الدهنية) التى تبرز خارج الماء تكون موازية لبعضها . وكمية قليلة من هذه الجزيئات تكفى أن تغطى سطح الماء بطبقة واحدة وحوالى ٢٠ ميلى جرام منها سوف يعطى مساحة واحد متر مربع من سطح الماء . فى هذه الحالة تكون جزيئات الماء سعيدة بلغة الفيزياء لأن قوة التوتر السطحى ستنخفض بمقدار العشر .

٨/١ - الأجسام الهشة :

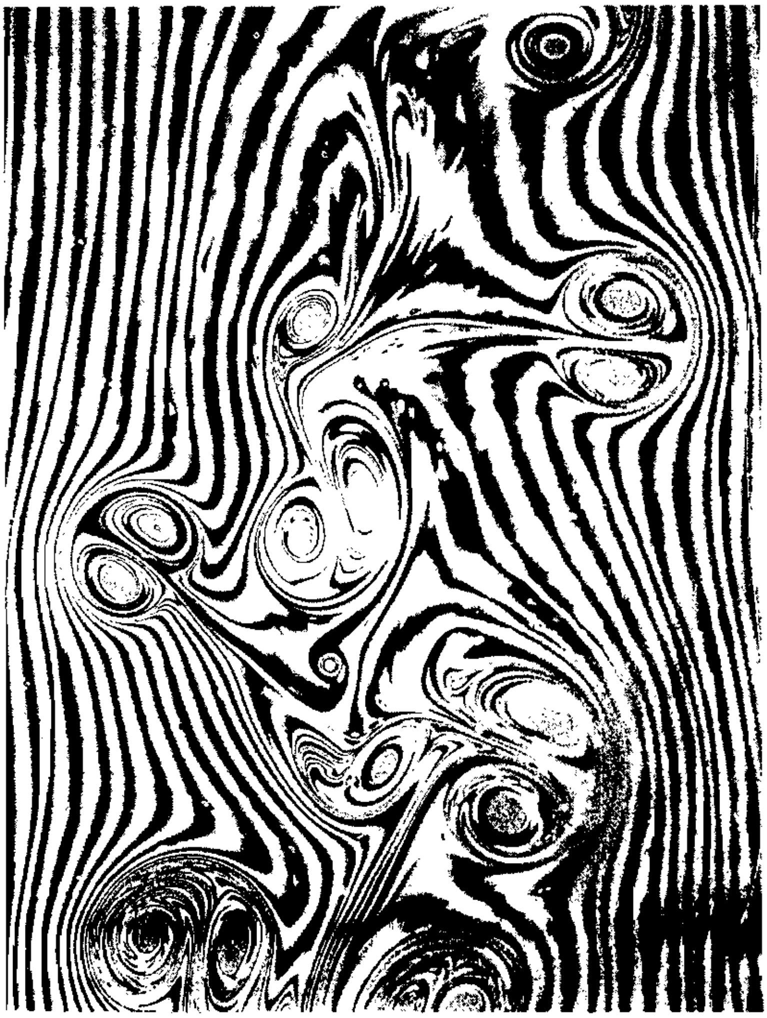
نلاحظ أن قليلاً من الصمغ العربى يجعل الحبر الصينى مثاليا للاستعمال لعام كامل . وقليل من قطرات الشامبو يولد سحابة من الرغاوى . وتفاعل الأكسجين يحول عصارة شجرة الهيفيا إلى مطاط طبيعى . وكذلك البطارية متناهية الصغر تكون كافية لتشغيل الساعة . كل هذه الأمثلة تبين لنا جوهر المواد الرخوة . المادة الرخوة هى المادة التى تشبه الصلصال (الطين) فى يد النحات ، الذى يتعامل معها بقليل من الجهد ويعرف تغيرها وتشكيلها وتأسيسها .

وكما هو الحال فى الصلصال ، يمكن صنع الأجسام الهشة التى يمكن تشويهها ، مثل المطاط الذى يتواجد بين الحالة الصلبة والحالة السائلة والرغوة وخلفية الدم الحمراء التى تلامس الأنابيب الشعرية ، وأيضاً الأنسجة الليفية التى تطرح ٦٠٠٠ متر / دقيقة باستعمال رشاش صغير . لقد تعلمنا كيف نصنع الأجسام الصلدة مثل الصوان والحجر البرونزى والطوب اللبنى وحتى الأخشاب ، ولكن سرعان ما نكتشف أنه لابد من طريقة نطوع بها هذه المواد . أن فيزياء القرن العشرين كرست نشاطها أولاً للمواد الصلدة مثل المعادن وأشباه الموصلات التى فتحت الطريق إلى الشكل الحديث للاتصالات ، وأخيراً السيراميك .

جلد الماء :

ولكن الاتجاه الحديث الآن يميل إلى دراسة المواد الرخوة من بينها البلمرات شكل ٢٢ ومساحيق التنظيف والبلورات السائلة التى تغير الأشكال التقليدية من حولنا .

لا توجد حياة بدون المادة الرخوة ، فكل تركيب بيولوجى تحتوى جزيئاته على الشفرة الوراثية والبروتين والأغشية ، قد تأسست على هذا المفهوم والفيزياء يمكنها

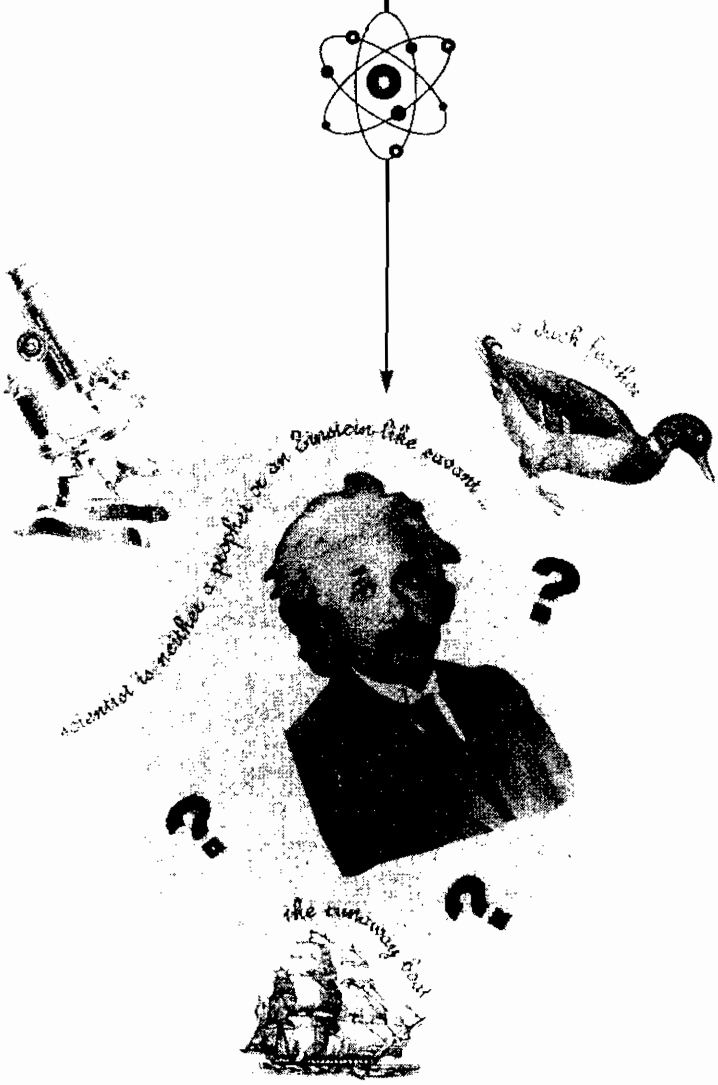


شكل ٢٢ : نموذج يبين التراكيب الدوامية فى جزئ البلمر

طرح إطار عام أما البيولوچيا لها طرق خاصة للمشاهدة والاكتشاف .

المادة الحية تعتمد على مبادئ وأسس المادة الرخوة ، ولكن بدقة متناهية والتى غالبا ما تكون وراء ملكوت علماء الفيزياء . وفى الوقت الحالى يشهد علم المواد الرخوة تقدماً كبيراً سوف نستفيد منه مستقبلاً . وما يهمنا توضيحه هنا هو مساهمة هذا العلم على المستوى الثقافى . فعلم المواد الهشة يبنى على التجربة والاتقان . على سبيل المثال ، دعنا نستفيد من حالة البلورات السائلة ومدى التحدى فى التحول الجزيئى إلى جزء صلد وأخر لين يجعل من تطبيقاتها العهد الجديد للتكنولوچيا .

الجزء الثانى



البحــث

الجزء الثانى :

١/٢ - مهنة العالم الباحث :

نعتقد أن البحث العلمى نطاقه صغير ، على سبيل المثال : علم الرياضيات وهب علماء الصفوة مظهراً نفسياً فريداً . والباحث لايمكن تعريفه بدلالة سبيكة ثقافية خاصة . وعلى وجه الخصوص الرياضيات ليست لازمة لكل العباقرة من العلماء . هذا الانطباع يعكس مدى الفكرة الساذجة التى اعطيت عن العالم البرت اينشتين الذى اعتبره الناس كرت أبيض ثم جاءت المفاجأة ووضع القانون $E = Mc^2$ أى أن الطاقة تساوى كتلة الجسم مضروبة فى مربع سرعة الضوء (العلاقة بين الكتلة والطاقة) أو حكاية العالم اسحاق نيوتن مع شجرة التفاح (قانون الجاذبية) والعلم الحديث لايتطابق دائماً مع الخرافات الشعبية .

وعادة يكون الباحث الصغير شحيح الإنتاجية .

وفى حالتى ، عندما اشتغلت كباحث فى المعامل لم انتج أى شىء مبتكر أو شخصى . وجاء هذا الإنتاج متأخراً وعلى مدى عمرى المهنى ، وحتى بعد أن اشتغلت فى مركز الطاقة الذرية الفرنسية ، بدأت تأتى لى بعض الاستشارات فى التأثيرات الشاذة لفصل النظائر عندئذ كان عمرى ٢٤ عاماً .

هل البحث العلمى يشير إلى حرفة ما ؟

عندما كان عمرى ١٦ عاما أدركت أن العلم هو لغة الحديث السريعة وقبلت فكرة العلم الحقيقى ، ربما كنت وقتها مسترشداً بحب البراعة ، بنفس الطريقة التى شرحها كلاود ليفى شتراوس عندما تحدث عن « البراعة المفقودة » فى فن الرسم بالطلاء . والآن ، الطلاء الحديث لايحتاج إلى براعة كما كان فى أيام السادة العظماء فى عصر النهضة الإيطالية . هذا الوضع لاينطبق على العلم والتكنولوجيا . عندما يضاف جزء إلى الآلة لابد أن يكون من خلال مواصفات خاصة وتكون فى مستوى عالى للدقة . وهناك شىء آخر يتعلق بالفنان الذى يقضى حياته للقضاء على الشك فى قيمة أعماله ، فى هذا الشأن ، فعلم اليوم يكون أكثر استرخاءاً ، حيث يعيش العلماء فى عالم متصل ومتعاون وتتشكل مجاميع العمل التى تتفوق على الانفرادية . وفريق العمل هو أحد المميزات العظيمة فى الوقت الحاضر .

عند ميلاد علم المادة الرخوة فى مجال أبحاثنا كانت مجموعتنا البحثية صغيرة وتتكون من خمسة أفراد أحدهم كيميائى وآخر فيزيائى فى مجال البصريات وفيزيائى متخصص فى المواد الكثيفة ومهندس إلكترونيات وآخر فيزيائى نظرى . فالتميز يؤدى إلى الإنجاز الأفضل . وفى ظل المجموعة يتوفر مزاج خاص للعمل وتتبادل الخبرات وتدعم أعضاء الفريق وتجعلهم قادرين على الاستمرار والمنافسة وصعوبة الحياة

للمشتغلين بالبحث العلمى تختلف من بلد لآخر . فنرى أن فرنسا تشجع على استمرار البحوث وتدعمها خاصة بعد انتهاء الحرب العالمية الثانية . ومن ناحية أخرى نجد أن العلوم الطبيعية فى الولايات المتحدة الأمريكية فى وسط الاهتمامات والتنافس بين الباحثين قاسى وصارم . ولبلوغ الأمن الوظيفى يحاول الباحثين تبوء المناصب الجامعية . من أجل ذلك يبذل الباحثون قصارى جهدهم من أجل اكتشاف مواد جديدة يعززون بها وظائفهم أو من أجل الحصول على منح تمويلية لاستكمال أبحاثهم . ومن أجل استمرار هذا التنافس المحموم يميل الباحثون الرئيسيون إلى تجنيد أكبر عدد من طلاب الدراسات العليا بغرض منحهم شهادات الماجستير والدكتوراه ويحصلون هم على معدل كبير فى نشر البحوث يضمن لهم الاستمرار والتعريف. ويلجأ البعض إلى تكوين مجموعات عمل كبيرة مما يؤدى إلى عدم الإجادة وضعف المستوى . ولايوجد سبيل إلا تأمين الوظائف البحثية التى تسمح بالتواصل والاتزان والشجاعة فى اختبار موضوعات البحوث .

والعلم بطبيعة الحال يتضمن الطيف الكلى للبحوث الأساسية الخالصة إلى أكثر التطبيقات . ومن الناحية العملية يوجد ثغرة محددة بين العلماء الأكاديميين والباحثين الصناعيين فالباحثون الجامعيون لهم تقاليدهم التى تعتبر سلبية لرجال الصناعة .

أننى اتذكر أيام شبابى ، كان المهندسون يدركون أهمية الأجهزة عن الذكاء . ومن سوء الحظ أن هذا النقص فى الشخصية الفرنسية بالنظر إلى البحوث الأساسية يزداد والحقيقة أن كثيراً من المنتجات الصادرة عن البحوث الصناعية المصدق عليها كمبتكر موهوب يأتى من عظمة البحوث الأساسية . وفى فرنسا الآن وفى مجال الصناعات الثقيلة يوجد بها معامل أبحاث هامة . ولكن لايوجد تعاون . ولذلك نرى أن العلماء يستحوذون على قضايا علمية قصيرة المدى وتركز أعمالهم لدعم المنتجات الموجودة وتحسينها أمام التنافس العالمى . ولذلك نرى رجال الصناعة يعلنون أن الفشل فى تحسين المنتج خلال فترة ست شهور سوف يفقدنا الأسواق . وبذلك يكون هناك ضغط مستمر يجعل حياة الباحثين الصناعيين أكثر إجهاداً بالمقارنة بالباحثين فى مجال العلوم الأساسية .

والصيغة الموجودة .. هى إندماج المعامل ..

سألنى طالب : هل من الأفضل أن يلتحق بمعامل البحوث الأساسية أم يعمل فى معامل البحوث الصناعية ؟ فى البداية كان انطباعى أننى فى ورطة درامانية! فكثير من القرارات لا تأتى لاحظياً كما تبدو . وأننى أعرف باحثين تدربوا فى معامل البحوث الأساسية قبل أن تجذبهم الصناعة . بعض من طلابى أصبح الآن رائداً فى مجال الصناعة والعكس بالعكس ، فأعظم فيزيائى نظرى فى علم البلمر العلم

« باول فلورى » قضى جزء من حياته المهنية فى الصناعة . لا شىء غير قابل للإنعكاس . ودمج المعامل يوضح هذه النقطة ، حتى فى الصناعات الكبيرة ، هناك تعاون عظيم بين شركة سانت جوبيان والمركز القومى للبحوث العلمية فى فرنسا بغرض معالجة أسطح الزجاج. وتعاون آخر بين شركة روهون باولينك وهيئة الطاقة الذرية الفرنسية تتعامل فى التقسيم الدقيق للمواد .

والمعامل المندمجة تعطى الباحثين الصناعيين معلومات كثيرة عن العمل الأكاديمى من الصعب الحصول عليها . هذا التعاون يفتح الباب للإنجازات العظيمة المفيدة .

٢/٢/أ - الاكتشـاف :

العالم توماس أديسون المخترع العالمى صرح ذات مرة بأن « العلم يتطلب ٥ ٪ إيحاءات و ٩٥ ٪ **إنجازات** » هذه المقولة ما زالت تطبق حتى اليوم . ولكن الإنجازات تتطلب الصبر الطويل . والمواظبة من أجل اكتشاف شىء جديد بشروط حقيقية مقبولة . وفى مجال البحث العلمى تتحرك الأحداث بطريقة مثيرة وتظهر ظواهر لغزية تستفز فضول الباحثين وتحتاج لصبر وعناية الخبراء .

والآن دعنا نسأل عن الدور الذى تلعبه النظرية فى مرحلة الاكتشاف ؟ هل تعطى النظرية القوانين المفيدة ؟ الإجابة باختصار أعطاها العالم الأمريكى الذى يعترف جيلى بفضله فى تطوير البحوث فى مجال الجسيمات الأولية ، أنه العالم ريتشارد فينمان الذى عرف النظرية بما يلى : ببساطة « النظرية هى أفضل تخمين » هذه المقولة تبدو صحيحة . وما هو الدور الذى يلعبه الحظ ؟ بلا شك كل قطعة فى البحث تحتوى على بعض درجات المراهنة . ولكن الحظ يعتبر أحد العوامل من بين عوامل كثيرة .

٢/٢/ب - ذكريات على الطريق :

قرار الدخول فى مجال خاص لايحمل أى ضمان للنجاح وقبل أن يتخذ المرء قرار التغيير لابد أن يواجه مفترق الطرق . والطريق الذى يحدده يعتمد فى النهاية على دقة الخلط بين التشكيل الثقافى والاختبارات الشخصية والثروة الحياتية . اعترف بأننى كنت من جيل المحظوظين ، فعندما بدأت الحرب التراچيدية ، دخلت مجال البحث العلمى فى الوقت المناسب (حوالى عام ١٩٥٠) للاستفادة من الوسط المحيط المحظوظ . فى ذلك الوقت ، كانت فرنسا فى مرحلة التعمير بعد انتهاء الحرب العالمية الثانية . وكانت هذه المرحلة تتطلب تثبيت وضعنا العلمى فى صورة حديثة . استرشدت فى بداية المشوار بالباحثين الذين تدربوا فى الخارج وعادوا لتعليمنا وكان كل شىء جديداً بالنسبة لى أذكر من المعلمين كل من البرت مسيا واناتولى أبراجام وكلودى بلوخ وجاك فريدل هؤلاء هم مؤسسوا المدرسة الفرنسية للفيزياء الحديثة. هؤلاء وجدوا أنفسهم فى فترة لا تملك فيها فرنسا المعلمون أو الكتب المناسبة

للتعليم ، إلا أنهم برعوا فى اكتشافهم خاصة فى فهم أسس ميكانيكا الكم التى تأسست على مبادئ النظرية الموجية التى أصبحت لا غنى عنها اليوم . باختصار بدأ الحظ عند أول وظيفة ، هذا العمل تم اختياره على اعتبارات عاطفية . هذا ما حدث عندما قررت الالتحاق بهيئة الطاقة الذرية وكان وقتها السيد/ جاك بوڤان مدير المركز. فقد أرسل لى سيارة ليموزين بسائق ليصحبنى لإجراء مقابلة المناظرة العلمية . لحظتها شعرت أننى ملك ! وعند وصولى رأيت مبانى ضخمة عملاقة وكانت معجـــل الجسيمات . وعلـى الفـور تهيبت للتوقيع والالتحـاق بالعمـل . وكنت لا أستطيع فعل أى شىء أمام هذه الدوافع . ولكن هذا كان يوم الحظ وتحولت الأشياء بلطف جميل ، وكان لدى هيئة الطاقة الذرية إناساً خلاقين مبدعين من بينهم رئيسى الأستاذ / اندريه هيربين الذى أصبح من أعز أصدقائى . وتحت إشرافه وإرشاداته تحركت من فيزياء الكم إلى ربيبتها الطبيعية « فيزياء الجوامد » ، بعد ذلك عملت فى مجال المواد المغناطيسية . وفى مرحلة متأخرة عملت لمدة عام فى بيركلى بكاليفورنيا بالولايات المتحدة الأمريكية تحت إشراف رئيس جديد هو العالم / تشارلز كيتل الذى أصبح أيضاً صديقاً . وأثناء قضاء الخدمة العسكرية التى استمرت مدة ٢٤شهراً راودتنى فكرة سخيفة هى قيادة مجموعة عمل بحثية تشتغل على المواد فائقة التوصيل . هذه المواد توصل الكهرباء بدون أى فقد عند درجات حرارة منخفضة ووضعت المبادئ العامة لهذه الظاهرة غير الاعتيادية بعد خمسين عاماً من التخبط فى الظلام .

وتكونت مجموعة العمل للمواد فائق التوصيل بأورساى وعانينا فى البداية من صعوبات جمة ولكن مع بعض المساعدات المشكورة من بعض الزملاء أذكر منهم پ. بيريو و أ. جونيير و چ. فريدل ، وأصبحت البحوث أكثر نجاحاً فى الفترة من ١٩٦٢ - ١٩٦٨ م .

وفى عام ١٩٦٨ ، أصبحنا شغوفين بموضوع مختلف وهو البلورات السائلة الذى أصبح مجالاً حيوياً فى فرنسا منذ عام ١٩٢٠ فى عهد العالم چورج فريدل . وعلى هامش الأحداث عام ١٩٦٨ نشر مقال مطول فى مجلة علمية سوڤيتية يعطى الخلفية العلمية لهذا الموضوع وتطورها فى الاتحاد السوڤيتى ومن جانبنا كان هذا الاكتشاف هائلاً ، حيث كان هناك فجوات علمية كبيرة بيننا وبينهم . وخلال عدة شهور تكونت ست مجموعات بحثية فى مجال التصوير البلورى والكيمياء وتشوه المواد والبصريات والرنين النووى والفيزياء النظرية تحولوا بكل ما نملكه من معدات إلى مجال البلورات السائلة كان هذا لايحتاج إلى تأسيس معامل جديدة . وفى وقت قصير كان لازماً علينا أن نصل إلى مكانة عالمية فى هذا المجال . كان الوقت مبشر بالخير : العقول متفتحة والتعاون بطريقة منتظمة .

وبعد سنوات قليلة ، وفى بداية عام ١٩٧٠ م ، تحولت إلى دراسة البلمرات ، ومؤخراً فى عام ١٩٧٨ تحولنا إلى موضوع الغرويات ومعالجة موضوع الالتصاق .

تاريخ الملصقات طويل بالطبع ، وعرف الإنسان منذ القدم كيف يلحم الأشياء . والأشوريون والرومانيون كان يستخدمون غراء السمك والفينيقيون اكتشفوا ملصقات ضد الماء . وكل هذا الابتكار لعهود طويلة واستعمله الحرفيون فى صناعة الأثاث . وفجأة حدثت تطورات هائلة خلال القرن العشرين أهمها ما يلى :

١ - اكتشاف صناعة البلمرات ، واليوم جميع الملصقات هى بلمرات صناعية .

٢ - ميلاد صناعة الطائرات ، وكانت حتى عام ١٩٣٠ تصنع الطائرات من هياكل خشبية التى تجمع أجزائها بالصمغ .

واليوم نشاهد توسع هائل فى مجال الملصقات ، على سبيل المثال : يمكن لحام المطاط مع المعدن ، وبالتالى خلقت الملصقات مجالات صناعية هامة .

٢/٢/٢ج : أعرف متى تقف ومتى تتحرك :

فى كنف ورعاية هيئة الطاقة الذرية الفرنسية نمت البحوث فى مجال الفيزياء النووية والذرية وفى هذه اللحظة اعتقد أن هذا المجال فى البحوث قد وصل إلى خط النهاية . هذا الفرع من الفيزياء يحتاج إلى تكاليف باهظة ولوبى قوى يعمل على دعمه وتطوره . والخطر المهين الذى توصل إليه بعض زملائى جعلنى أصرخ وأقول « كفى » يجب أن نحاول وقف هذا القطار السريع ! وأن نحوله إلى مسار أكثر نفعاً للمجتمع . وإعادة توجيه العلم باهظ التكاليف مثل الفيزياء النووية لأنها ليست بالعمل السهل . القضية متعلقة بتحول الناس عن اتجاه يعد أكثر جذباً ونفعاً مثل فيزياء التصادم الجزيئ أو فيزياء المناخ ... وهذا ما حدا بى عام ١٩٦٠ إلى ترك مجال فيزياء مواد التوصيل الفائق وأذهب إلى دراسة مواد البلورات السائلة . هذا الموضوع يحتاج إلى الإيمان بالعودة إلى مرحلة الدراسة واستيعاب الموضوعات الجديدة وترك ما تعوده من كتب وموضوعات وخبرات ومهارات . وهذا يشبه مسافر بدون حقيبة . وعلى المرء أن يعزل نفسه عن شبكة أصدقاؤه القدامى عبر العالم .

٢/٣/١ - *العلم الإيجابي* :

الصورة الشعبية للعلماء فى العالم الغربى غير دقيقة ، حيث يعتبرهم العامة من الأنبياء . هذه صورة مغلوطة فمسئولية العلماء الأولى أن يضعوا المعلومات إلى صانع القرار بدون تأخير خاصة عندما يروا أى تطبيق يعالج قضية ما . أما اتخاذ القرار لتطوير التكنولوجيا لا يعود إلى العلماء بل يعود إلى الحكومة والتكنوقراطيين أو الخبراء . فى النظم الديمقراطية تقيع المسئولية فى الاختيار على المواطنين وممثليهم المنتخبين . ودور العلماء هو التحذير بأن بعض القرارات يجب أن تتخذ .

فى عام ١٩٤١ م ، فهم عدد من الباحثين الغربيين أن التطبيقات العسكرية

تتعلق بعملية الانشطار النووى التى تعتمد على تفاعل متسلسل تتعرض له ذرات اليورانيوم . وأصبح التحول إلى بناء جهاز تفجير أقوى من الأجهزة التقليدية بملايين المرات مما عرف فى ذلك الوقت . على الفور تقابلوا مع الرئيس الأمريكى ف.و. روزفلت لإبلاغه ، حيث كان من مهامه اتخاذ القرار وتبنى هذا السلاح .

هذه القضية تغيرت قليلاً عبر تاريخ البشرية ابتداء من تسمم آبار المياه فى بلاد الأمازون إلى القنبلة الهيدروچينية فالعلماء يقدمون للمجتمع خدماتهم التى تنفع وتضر .

فى عام ١٩٥٥ طور العالم البيولوجى الأمريكى ج. ج. بنيكوس (١٩٠٣ – ١٩٦٧) طريقة لإيقاف التبويض بواسطة الأقراص فى ذلك الوقت لم يخضع لرأى المشرعين الذين يجب أن يقرروا أى تشريع يتبع . وقد يرفض المجتمع قبول إنجازات بعض الباحثين تحت دعاوى أن أبحاثهم شريرة . البحث يولد الفكرة ولكن ليس بالطريقة المستخدمة فى المجتمع .

العلم لابد أن يكون جديراً بالثقة خاصة عندما يتعلق الأمر بالأخلاق والسياسة.

ويمكننى أن ألخص وجهة نظرى فى نقطتين هما :

١ – نحتاج إلى الاستشارات المتبادلة بين المجتمع العلمى والمشرعين القانونيين ، وهناك احتياج لتواصل مجالس علمية بغرض عكس المستقبل المتوقع وإيجاد الحلول للرسميين والعامة . وتأسيس المجلس الأخلاقى القومى .

٢ – زيادة الوعى الشعبى حتى نستطيع تحديد الاختيارات السليمة .

وهناك ضغوط خفية كثيرة ونتائج عرضية خارجة عن الموضوع والتى تؤدى إلى الحيرة عند إجراء عملية الاختيار . وهناك بعض الأخطار التى تخفى الأخطار الأخرى!

فالحوار الدائر حول الهندسة الوراثية يحتل مركز الصدارة فى المرحلة الحالية . وفى حكمى أن الخطر على المدى القصير لايقع على هذه التقنية المعقدة والتى من الصعب بلوغها ، مثل تكاثرها فى مجال الأسلحة البكتريولوچية . وإنتاج هذه الأسلحة فى متناول جميع الدول . وبجانب الخوف ، فإن الباحثين يهملون الرأى العام عندما تتعلق القضايا بمواصلة البحث العلمى فى مجال « المخ والأعصاب » .

نفرض أن العقاقير المخدرة تكون مثيرة للإدراك ولكنها من ناحية أخرى لها آثار جانبية سلبية . حينئذٍ . ماذا يحدث ؟ هل يعطى المنتج للبعض فقط ؟ أم يسمح به للجميع ، هل نحظر استعماله ؟ حسب معرفتنا فإن تشريح المخ يكون فى مواجهة المجتمع باختيارات صعبة تضعنا فى مأزق أخلاقى مؤلم .

٢/٣/ب - الفيزيقا وما وراء الفيزيقا:

فى أيام دراستى كنت شغوفًا بمادة الفلسفة ، وفى جيلى العديد الذين تأثروا بالحركات السياسية . وزملاء الدراسة الجامعية كان لهم حافزًا ودوافعًا تجعلهم فى قلب الحركة الماركسية . هؤلاء هل اكتسبوا قوة ، وإلى أين أخذونا ؟ والحديث عن مرحلة الشباب فى ظل هذا السلوك المذهبى جعل منى متشككًا فى المذاهب السياسية بصفة عامة . سألنى صديق ذات مرة : هل الفيزيائيون يعتنون بالحقيقة ؟ وهل المادة متواجدة ؟ بكل بساطة أعطيت إجابة ساذجة على السؤال الأول ، ما نطلق عليه الحقيقة يبدو لى حقيبة من التجارب والإصدارات التى نواجهها أثناء مراحل حياتنا . وعمومًا كثير من معرفتنا تأتى من عملية التعلم .

ووقت المعركة الكبرى بين العلم والدين التى تبدو من وجهة نظرى قد انتهت فى الغرب ، صرحت الكنائس بأنها لم تكتسب شيئًا من الفروض اللاهوتية مع الجدالية العلمية . أو محاولة التأثير على التقدم العلمى . هذا لم يكن دائمًا الحال ، ومن الأمثلة الشائعة ، الأطروحة المقدسة لجاليليو التى قدمها عام ١٦٣٣ م والمتعلقة بحركة الأرض . منذ هذه الواقعة وأن العلوم الطبيعية تسير فى طريق متباعد ولم يعد هناك أى مجال للتصادم مرة أخرى .

وبالنسبة للسؤال عن ما وراء الفيزيقا ؟ هنا ينقسم الباحثون ، بعضهم يؤمن بالأديان والبعض الآخر ملحد تمامًا . فى معطياتنا الحالية ، لايوجد أى شيء حسب معرفتنا يمنعنا من قبول المشروع العملاق حول الكون . بالرغم عن ذلك ، هناك البعض الذى لايستطيع مقاومة الاستهواء بالشعوذة . وتثار جدالية حول الانفجار الأعظم كحادث شيطانى تدخل فى خلق الكون . وفى الحقيقة ، نحن لا نعرف إذا ما كان هذا الانفجار الأعظم هو الحادث الأوحد الذى أعطى ميلاد الكون الذى يتحدد إلى ما لا نهاية . أم بالأحرى هناك أحداث أخرى فى الكون تجعله يتمدد حتى يصل إلى نقطة ما وسرعان ما يتقلص ويعود مرة أخرى إلى نقطة الصفر .

وهناك حوار أخر يثار حول مصدر الحياة . عام ١٩٥٠ كان السيناريو عن حياتنا مركزًا على الفكرة البسيطة لتكوين الجزيئات العضوية وكان يعتقد أنها تبدأ من فوران بعض أجزاء المحيط الهائج التى تتعرض للأشعة فوق البنفسجية والتفريغ الكهربائى وتدعم تكوين الجزيئات المعقدة التى تؤدى إلى خروج الحياة . حاليًا انحرف الاتجاه ، ويبدو لى فى اتجاه « الوقوف الحذر » . فخروج الحياة يظل ولأسباب عديدة من الظواهر عديمة الفهم . فالشفرة الوراثية التى هى بكل المعايير معجزة ، تتماثل فى المخلوقات الحية . هذا الشيء الغريب الذى يتبع التطور لايمنع وجود أنظمة مختلفة مثل النباتات والحيوانات ، كيف نفسر الانتخاب الطبيعى للتطور التلقائى المتعدد من أشكال الشفرة الوراثية وقواعدها الأساسية ؟

هذا اللغز ما زال سراً محيراً !

والعالم البيولوجى « فرنسيس كريك » أحد مكتشفى الحلزون الثنائى فى تركيب جزى الـ د. ن. أ يبدو مقتنعاً بأن الأرض بذرت بطريقة ما بشفرة خاصة متوارثة .

ولكن ما هو مصدر هذه البذور ؟ تحدث كريك بأن مصدرها قائم خارج الأرض فى ميراث الموت المفاجئ للعوامل الأخرى . وللآن ، ليس لدينا أى دليل تجريبى للتحقق من الإجابة ، وما علينا سوى الانتظار وترديد النتائج اللاهوتية !

٢/٤/١ - البيئة :

دائماً يرغب المرء فى المشاركة فى اتمام تجربة أو نظرية تصف الحقيقة ، ولكن الحواجز الثقافية تصبح أحيانا تعجيزية ، كيف يستطيع المرء شرح معالجة العلم للجسيمات الأولية لشخص غير متخصص ؟ فاكتشاف الذرة والمقياس الذرى يتطلب سنوات من التدريب العملى وفهم اللغة العلمية هذه العقبة أحياناً تكون مؤلمة لبعض الباحثين .

أننا فى فرنسا فى حاجة ماسة لكى نفتح قنوات اتصال من أجل توفير المعلومات العلمية . وأننى غير متفق مع أهداف الإعلام التقليدية التى توفر الأدوات المثالية للارتقاء بمستوى المعرفة العامة . وكما أن الأشياء تتطور فالمهارات العلمية تتطور أيضاً ، ويحتاج التعامل مع المعلومات العلمية إلى موهبة وتدريب من نوع خاص . ومن وجهة نظرى العامة ، أن ما يسمى برامج التعليم التلفزيونية » يمثل خطراً يشوه الإطار العقلى للمشاهد . هذا الأمر ينطبق على كل الموضوعات . إننى اعتقد ضرورة لإعطاء الأطفال الفرصة أن يمارسوا إجراء التجارب البسيطة ونشجعهم عليها .

٢/٤/ب- علم البيئة والجهل :

هناك قضيتان يواجههما عالمنا المعاصر هما : زيادة السكان وعلم البيئة . ومعظم الأديان تؤمن بطهارة الطبيعة . وقضايا البيئة يتناولها المتخصصون « بالادعاء » مثل أن يقال « الناس لديها كفاءة فى التعامل مع برامج الكمبيوتر أكثر من تفسير النتائج العلمية » . فالكمبيوتر الكبير يمكنه التنبؤ بأشياء مستحيلة ، حتى لو كانت الأرقام الداخلة إليه غير دقيقة . هذا هو الشىء الشرير فى العصر الذى نشهده اليوم .

وهناك ظاهرة تأثير الصوبة الزجاجية على المناخ الأرضى ، كنتيجة لنشاط الإنسان وزيادة بنسبة ثانى أكسيد الكربون الذى يمتص أشعة الشمس من الجو ويسخن سطح الأرض ويتغير المناخ فى كل مكان . والتخمين عما يحدث فى هذه الحالة يكون صعباً . وقصة تأثير الصوب الزجاجية يجب متابعتها بالدراسات الإضافية للوصول إلى مضمون . ويؤذينا أن نسمع إنذاراً من خلال مؤتمر ما يعلن أن نهاية العالم قريبة .

أكثر الأسئلة التى تثار من حولى تدور حول اعتراضى على التفاؤل بمأزق الطاقة. وهل يختار المرء وقود المحروقات (مثل الفحم والنفط) أو الطاقة النووية ؟ هل

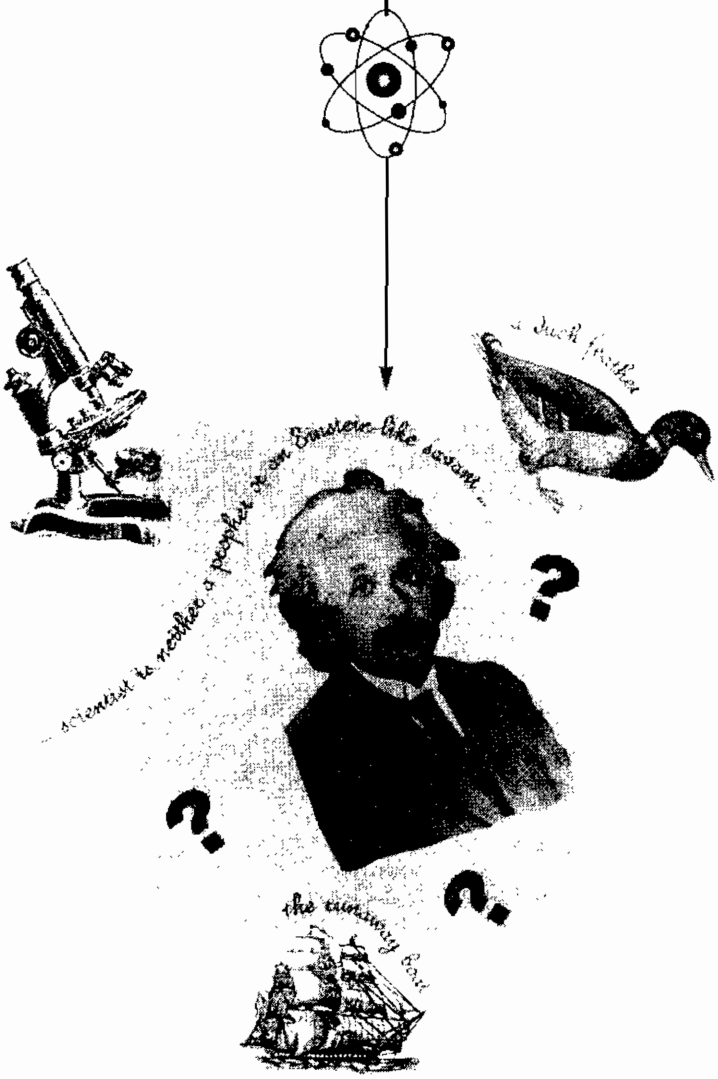
نرغب فى زيادة نسبة ثانى أكسيد الكربون ، أننى أخشى من ذلك ! ولكن هناك أيضا مخاطر توليد الطاقة النووية عن طريق المفاعلات . وما زال حادثى انفجار مفاعل ثرى ڤيل ايلاند فى الولايات المتحدة الأمريكية وتشرنوبيل فى الاتحاد السوڤيتى عالقة فى الأذهان .

عمومًا ، الرأى العام يضخم من مخاطر التكنولوچيا النووية خاصة بالنسبة لمحطات الطاقة المشيدة فى الدول الغربية . ولكننا نميل إلى نسيان الحوادث المؤلمة بسبب استخراج الفم من قتل العمال فى المناجم وغاز المناجم ما زال ينفجر وغاز آبار البترول ما زال يفرقع . ولكننا ما زلنا أيضاً نعانى من ارتباط الطاقة النووية بالقنبلة وتدمير مدينتى هيروشيما وناجازاكى فى اليابان . أننى لا أدافع عن أى من الصناعات البترولية أو اللوبى النووى ، أننى أرغب فقط أن يكسب الرأى العام النضج العلمى بدرجة كافية تجعله يتمسك بدعم الحوار . وهناك محاولات جادة لبناء محطات نووية فى فرنسا أكثر أمنا وتوفر الطاقة بأسعار تنافسية . وبمقارنة ذلك مع دول العالم الثالث، لايمكن أن نهمل مخاطر التكاثر النووى العسكرى . فالمفاعلات الحديثة يمكنها ببساطة أن تعدل وتنتج البلوتونيوم ، وتبدأ تحويل التكنولوچيا المدنية إلى عسكرية .

ومن أجل تحديد الاختيار النووى فى مجال توفير الطاقة يجب دفع دول العالم الثالث إلى الاستقرار السياسى ، فإذا استطاعت هذه الدول من وقف معدل المواليد فيمكنها اللحاق بالطاقة النووية .

والسؤال المطروح : ماذا عن مصادر الطاقة البديلة ؟ بالجهود المضنية ، يمكننا أن نحول الطاقة الشمسية إلى طاقة كهرباء بكفاءة عالية نسبياً . إلا أن هذا المصدر يتوفر فقط فى البلاد المشمسة الدافئة . فالشمس تعتبر مصدر للطاقة إذا كانت ساطعة دائمًا . وللأسف الشمس تمنح الطاقة أثناء ساعات النهار بينما يحتاج توزيع الطاقة على مدار أربعة وعشرون ساعة . وحتى هذه اللحظة لايمكن تخزين الطاقة وتحليلها بطريقة مرضية . وتكاليف تصنيع البطاريات المجسمة التى تستخدم فى تخزين الطاقة بالإضافة إلى التلوث الكيميائى المصاحب لها يبين تحجيم الاستفادة من الطاقة الشمسية على مستوى العالم . فهل يمكننا فى المستقبل من النجاح فى تركيب ماصات عملاقة للأشعة الشمسية فى الصحارى ؟ أشك فى ذلك وهناك حذر فى الاستفادة من طاقة المد والجذر التى تعتمد على القوة المحيطية وتماسكها خاصة بالنسبة لمشاكل الموائع الآكلة والتكاليف الباهظة لتركيب المحطات والتوربيبات وهناك إنجاز آخر وأمل عظيم وهو طاقة الإندماج النووى واعتقد أنه من الممكن الاستثمار فى هذا الاتجاه .

الجزء الثالث



التعليـــم

الجزء الثالث :

١/٣ - التربية من اجل عالم واقعي :

فى عام ١٩٤٨ ، كنت ملتحقاً بالمدرسة العليا . فى هذه الفترة كان عدد الطلاب قليلاً بالمقارنة بما يحدث اليوم . كان لدينا معلمين على أعلى مستوى من المعرفة فى كل الموضوعات . ناس يمكنهم اليوم أن يكونوا أساتذة جامعيين ! حالياً، فى فرنسا أنا غير راض عن نظام التعليم . هذا النظام أصبح أكثر تخصصية وانتقائية. وحكمى السلبى هنا ينصب على منطقة اهتمامى وهى العلم والتكنولوچيا . وجهة نظرى ليست اتهام موجه إلى المعلمين المبتدئين (اللذين هم جزء من هذا الواقع) ولا موجه إلى الطلاب . ولكنه متعلق بالنظام التعليمى الذى هو نموذج لايضفى سوى الاحباط . ولدى بعض الأوهام الممكنة للإصلاح وإعادة التشكيل . من الجزء الأول لهذا الكتاب قد يفهم القارئ أننى أفضل أن انفق الأموال على برنامج تجريبى يجرى فى مجال ما له أهداف خاصة ومحددة وطرق متواضعة . ولكن توجد أشياء يجب أن تقال ، فالعلم من الأمور الهامة الضرورية لبلوغ شبابنا مرحلة الاحتراف والمشاركة فى خدمة المجتمع . أننى أعتقد أن حولنا العديد من الجهلاء ! ويمكننا أن نقول « أن العلم فى خطر » . يحتاج أطفالنا الآن إلى خلفية علمية وتكنولوجيا كافية . وعدم تشجيع أو حجب الثقافة العلمية الرشيدة على الكبار والصغار تعتبر جناية فى حق الوطن لأنها ببساطة تتركهم غير قادرين على مواجهة القضايا التى تنتظرهم .

نحن فى فرنسا لا نشجع الأفراد على أهمية العمل اليدوى بعكس ما يحدث فى الولايات المتحدة الأمريكية واليابان . والعمل اليدوى يدعو للمواظبة واتقان العمل .

فى العهود السابقة فى الأقاليم الريفية الفرنسية كان يتعامل الأطفال يومياً مع الطبيعة وعالم المهارة ويتعلموا دقة الملاحظة . هذه النقطة المرجعية اختفت من حياتنا العصرية ولابد أن نجد ما يعوضنا .

سألنى شاب لمساعدته فى تحديد اختياره التعليمى ، كانت إجابتى تخصصيه وبالتحديد فى مجال الرياضيات والإدارة التى تبقى رغم كل شيء أكثر النظم الفاتره على المستوى الإنسانى . فكثير من المدارس العملية تخرج مهندسين لهم قدرة على استيعاب التقارير بسرعة وكتابة تقارير أخرى جديدة التى بدورها تحلل فى زمن قياسى. هذا الأسلوب فى اعتقادى لايعبر عن المسار فى حياة متزنة . وحالياً لا غنى عن تكنولوچيا الكمبيوتر فالعديد من التجارب أصبحت ترتبط أتوماتيكياً بالكمبيوتر لمعالجة النتائج وضبط الأجهزة الإلكترونية والتى كانت تحتاج إلى زمن طويل لضبطها يدوياً . ولكن على المستوى الجزئى فإن العمل يحتاج إلى إحساس فردى ويحتاج إلى مجمعة عمل لها أفق واسع ومقدرة على التحدى ومفكرين يتسمون بالأمانة والطهارة .

ولدينا أمثلة عديدة من قصص المبدعين والمفكرين الأولين أذكر منهم عالم المحيطات الاسكندنافى « ف. و. ايكمان » والمهندس الايطالى « ليوناردو دافنشى » . لابد من إعطاء طلابنا نقاط مرجعية لاقتيادهم بعيداً عن الاعتماد على الآلة والمعدات. وهذا يعود بنا إلى المهندس التطبيقى والباحث الأساسى . والآن دعنا نعود إلى الضرر المحاق بالثقافة الفرنسية . هذا الضرر يعود إلى القرن التاسع عشر عندما وضع الفيلسوف الفرنسى « اجست كومت » اختراعه على نظام تقسيم العلوم . وضع على قمة الهرم علم الرياضيات وفى القاع علم الكيمياء والتى كان لايعتبرها من ضمن مقررات العلوم . وفى منتصف الهرم كان علم الفلك والفيزياء . فى هذا التقسيم أهمل علم الجغرافيا والتعدين الذى كان ينظر إليهما على أساس أنهما من العلوم الوصفية المجردة من الفكرة . ومنذ ذلك الوقت تسبب هذا التقسيم فى إلحاق الضرر وإفساد التعليم والعلماء حتى الآن . فقد زرع احتقار العمل اليدوى . ونحتاج الآن إلى محاولات جادة لإعادة قيمة المعاملات اليدوية وطرق التدريب .

٢/٣ - امبريالية علم الرياضيات :

نظام الالتحاق بالتعليم العالى فى فرنسا يحتاج إلى برنامج تأهيلى يستغرق عامان ، لكى يستطيع المرء الدخول فى نظام اختبارات القبول ومواجهة المصير المحتوم من السيطرة الامبريالية للرياضيات . فنرى أن امتحان القبول فى المدرسة الطبية يجعل الطلاب يكدحون لوصف التدريبات الرياضية ، بالمثل فى اختبار الفيزياء الذى تحول إلى اختبار فى الرياضيات التطبيقية . وتعانى الكيمياء من نفس المصير ، كما ارتبطت اختبارات البيولوجى بالطرق التحليلية . والسؤال هو : لماذا التركيز على الرياضيات ؟ اعتقد أن الإجابة مرتبطة بتقارب الاهتمامات التى تجعل النظام ثابتاً عملياً وأكثر بيروقراطية . أننى لا أملك أى شيء ضد علم الرياضيات ، أنه نظام علمى مفتخر أؤمن به جداً . ولكننى أعترض وأتأسف لجعل الرياضيات معياراً لنبوغ وموهبة الطلاب وقياس معرفتهم .

والتعليم الجامعى فى فرنسا له مشاكل خاصة - ومستوى الاتقان التعليمى لطلاب السنة الأولى متوسط ، ومازال معدل الرسوب فى الاختبارات مرتفعاً . والمحاضرون لايبدون أدنى اكتراث بالمستقبل المهنى للطلاب . وحالياً ، وضعت الجامعات الفرنسية نفسها فى عملية اختبار ذاتى رهيب يحتاج إلى التنديد الصارم بالوضع الحالى يعمل على استقلالها وتفويضا لإجراء التغيير المحتوم .

هناك أربعة قضايا رئيسية تعانى منها الجامعات هى :

١ - تعانى الجامعات من تقسيمها إلى أقسام مغلقة منعزلة مثل أقسام الهندسة الميكانيكية والفيزياء والكيمياء .. وخلافه .

٢ - ترهل نظام التعليم .

٣ – عدم التنسيق مع التوجهات الصناعية .

٤ – نظام التوظيف يكون بغرض سد الاحتياجات المعملية بدلاً من التطلعات المستقبلية .

من أين يأتى هذا الضعف التعليمى ؟

فى رأى أن أسباب ضعف التعليم الجامعى هو أسلوب الإدارة وعدم المقدرة على اتخاذ قرارات مصيرية لتحسين التعليم وخلق مقررات علمية جديدة . وبصفة عامة فقد أدت مساوئ التعليم الجامعى إلى خريج ضعيف لايستطيع أن يختار بين البحث والتقدم الصناعى وأصبح غير مصقول ومصاب بالمرض الذى لايمكنه من الكفاح والتقدم فى عمله .

٣/٣ - بعض الخبرات التربوية :

أ - قليل من الاكسجين :

إننى أدعو إلى تغيير نظام الاختبارات وطرق التعليم التى نمنحها إلى طلابنا . من أجل ذلك لابد من تنظيف كافة التشريعات والقوانين القائمة من أجل خلق برنامج قومى مقبول لتطوير التعليم . ولذلك اقترح أن نعطى بعض المقررات فى مجال الفيزياء والكيمياء بنماذج تجريبية لطلاب المرحلة الإعدادية ومن الضرورى أن نشكل كمرحلة ثانية فصولاً اختيارية تأسس على ثالوث الفيزياء والكيمياء والبيولوجيا .

وأننى اشعر أنه لايمكن أن يتغير نظام التعليم دون ضخ قليل من الهواء النقى ، فدعنا أولاً نعمل على تغيير نظام القبول فى التعليم الجامعى ، دون هز « شجرة الجوز من القمة » من الحكومة إلى اللاعبين أنفسهم .

ب - تقوية الجامعات :

إن الحديث عن النظام الجامعى تركنى فى حيرة وارتباك. ولتقوية التعليم الجامعى اقترح ما يلى :

١ – دفع الأساتذة والمحاضرين الجامعيين إلى أخذ عام دراسى كامل للتفرغ ليس بالضرورة لتكريس أبحاثهم ولكن للعمل فى مجال الصناعة . لابد من الانغماس فى القضايا الصناعية .

٢ – عمل نظام متابعة للطلاب ووضع اختبارات متتالية تحريرية وشفهية وفرز الموهوبين منهم بدلاً من فقدهم وسط الزحام .

٣ – تغيير طرق التدريس التى ينبغى أن ترتكز على الحوار بين الطلاب والأساتذة . بالطبع هذا الحل المثالى ، يحتاج إلى توفير الوقت والطاقة وزيادة أعضاء هيئة التدريس وبالتالى زيادة ميزانية التعليم .

ج - الانفتاح :

بجانب تغيير نظام التعليم الأساسى والجامعى ، هناك إنجاز ثالث وهو متعلق

بضرورة الانفتاح والخروج إلى أوروبا . فقد أصبحت الوحدة الأوروبية العلمية حقيقة فى حياتنا . هناك تبادل للأفكار العلمية عن طريق الزيارات العلمية المتبادلة وسرعة نقل المعلومات بين الخبراء . فالحدود الجغرافيا للأمم لم تحجب المعرفة . عادة ينتقل الباحثون بعد تقديم أطروحتهم لنيل الدكتوراه فى سن سبعة وعشرين عاما إلى الخارج والعمل فى دول أخرى .

حاليًا ، تشجع الحكومات الأوروبية التبادل الطلابى فى مراحل سنية مبكرة ولكنى لا اتوقع أن مثل هذا البرنامج يكون مفيداً ، نظراً لأن الطلاب الصغار يفتقدون عوامل النضج للتفاعل مع البيئات الأخرى غير المألوفة .

٤/٣ - الرايات الجديدة :

من الطبيعى ، أن الحوار حول التعليم أبرز تساؤلات أخرى أبعد من الإطار التربوى . فأكثر القضايا المثارة فى مجتمعنا الغربى تتعلق بالشباب – وأننى أرى من واجبى أن أطرح أمرين على درجة كبيرة من الأهمية أولهما : أخلاقيات المعرفة والثانى : التضامن العالمى .

الأخلاق والتضامن :

مسألتا الأخلاق والتضامن من النقاط المشتركة ، فبدون روح التضامن بين دول الشمال والجنوب فى مجالات البحث والعلم والتكنولوجيا يصبح الهدف حلماً لايمكن أن يتحقق . كثير من الطلاب الأجانب الذين يوفدون إلى فرنسا للتعليم التكنولوجى يجدوا صعوبة فى عودتهم إلى بلادهم مرة ثانية ولذلك يمكثون فى فرنسا . ومنهم من عاد لبلادهم ولايستطيعون نقل معرفتهم لعدم قدرة اقتصادهم النامى على استيعابهم ، ولذلك لابد من إعادة التفكير فى برامج التعليم ليس فى فرنسا فحسب ، بل أيضا فى الدول النامية التى نأمل أن يمكنها أن تتعايش معنا فالتبادل الثقافى من خلال القنوات المفتوحة يدعو إلى وقف توتر الحرب الباردة والصراع الاقتصادى واختلافات الثقافة والأديان . والتفاعلات العلمية تعتبر من الأسلحة القليلة التى يمكن أن تبنى عليها روح التضامن . فلابد أن تزرع مدارسنا فى نفوس مهندسينا كيف يتخيلوا ويخترعوا فرقا جديدة لتطوير الدول النامية من أجل عالم جديد . هذا هو التحدى الكبير الذى يواجهه جيل الشباب .

نحـــن بشــر :

خلال حديثى بين سطور هذا الكتاب وبلغة الفيزياء التى ساهمت فى تطوير المجتمع الإنسانى لم أكن يقينياً أبداً .. فمع تطور علم الفلك والأرصاد بوسائل راديوية حديثة لم نستطع أن نثبت أو نسترشد عن وجود أى حياة أخرى فى هذا الكون . لماذا ؟

فى الوقت الحالى تزداد الدلائل عن وجود نظم عديدة من الكواكب فى الكون وهناك احتمالات عن توفير الشروط الكيميائية (ربما من المواد الرخوة) التى تواصل تطور أشكال الحياة التى قد تختلف عن أشكالنا . ولكن لا توجد إشارة على

هذا ، لماذا ؟ فالحياة على الأرض تعتمد على الشفرة الوراثية المتواجدة عبر بلايين السنين . وحديثاً عرفنا كيف نستعمل إشارات موجات الراديو فى الاتصال . وعمر قرن من الزمان بالمقارنة ببلاين السنين لايمثل سوى جزء من عشرة مليون من تاريخنا .. قد تكون هناك فى الكون حضارات متقدمة تبث إلينا بموجات لا نستطيع أن نرصدها بتكنولوجيتنا الوليدة والآن دعنا نسأل : هل حضارتنا حقيقة هى ظاهرة باقية ومستمرة . أقول أن التضامن العالمى كفيل أن يجعل حضاراتنا باقية . والإجابة يجب أن يكتبها أطفالنا .